

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. П. Кочин Ю. И. Воротницкий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ИНТЕГРИРОВАННЫХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

МИНСК
БГУ
2022

УДК 37:004.738.5
ББК 74.026.843
К75

*Печатается по решению
Редакционно-издательского совета
Белорусского государственного университета*

Р е ц е н з е н т ы:
доктор технических наук *Н. И. Листопад*;
кандидат физико-математических наук *В. И. Дравица*

Кочин, В. П.
К75 Проектирование и обеспечение безопасности интегрированных образовательных информационно-коммуникационных систем / В. П. Кочин, Ю. И. Воротницкий. – Минск : БГУ, 2022. – 167 с.
ISBN 978-985-881-355-0.

В монографии рассматриваются вопросы проектирования и обеспечения безопасности крупных интегрированных образовательных информационно-коммуникационных систем в контексте процессов цифровой трансформации системы образования. Предложены концептуальные модели и архитектурные решения республиканской информационно-образовательной среды и интегрированной информационной системы учреждения высшего образования, апробированные авторами в Белорусском государственном университете.

Монография будет полезна специалистам, работающим в области цифровой трансформации и информатизации организаций и учреждений образования, а также аспирантам и студентам, обучающимся информатике, информационным технологиям и кибербезопасности.

**УДК 37:004.738.5
ББК 74.026.843**

ISBN 978-985-881-355-0

© Кочин В. П.,
Воротницкий Ю. И., 2022
© БГУ, 2022

ВВЕДЕНИЕ

В условиях становления экономики знаний система образования трансформируется, отвечая на вызовы времени. Изменяется заказ на образование со стороны социума, семьи, самого обучаемого. Оно становится непрерывным, мобильным, открытым. Цифровая трансформация системы образования предполагает прежде всего трансформацию целей, содержания, форм и технологий образования, модернизацию процессов деятельности педагогов, обучаемых, родителей, руководителей, специалистов и оценки этой деятельности на базе цифровых технологий. При этом проектирование, разработка и использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) не являются самоцелью, а должны обеспечивать программно-техническую платформу для создания и применения педагогических инноваций. Это изменяет устаревший традиционный подход к проектированию информационно-коммуникационных систем в сфере образования, когда педагогические технологии адаптировались к внедряемым ИКТ, а не наоборот.

Цифровая трансформация системы образования должна строиться на проектировании и внедрении новых технологических платформ, объединяющих информационные системы, ресурсы и сервисы с помощью современных средств телекоммуникаций.

К настоящему времени в Республике Беларусь проделана большая работа по внедрению информационных технологий в образовательный процесс и управленческую деятельность. В результате в системе образования функционирует значительное число информационных систем, банков и баз данных, построены информационно-коммуникационные инфраструктуры органов управления и учреждений образования. Вместе с тем развитие образовательных и информационных технологий ставит новые задачи – информатизации системы образования, цифровой трансформации образовательного процесса. Существующие информационные системы, как правило, слабо связаны между собой, часто дублируют информацию и не всегда обеспечивают принцип однократного ввода и верификацию данных. Некоторые решения в области информационной поддержки образовательного процесса и системы управления разрабатывались достаточно давно и не в полной мере отвечают новым требова-

ниям обучаемых, педагогов, руководителей и специалистов системы образования к масштабам и эффективности использования современных технологий.

Значительный комплекс проблем связан с информационной безопасностью учреждений образования, педагогов и обучающихся. Речь идет не только о проблемах защиты информации и информационно-коммуникационной инфраструктуры системы образования. Широкомасштабное использование информационных технологий дает положительный эффект, только когда основано на адекватных педагогических методиках и технологиях. В ином случае можно получить обратный эффект. Один из главных рисков тотальной цифровизации – избыток информации, порой чрезмерной и недостоверной. Расширение внешних пределов человека влечет за собой утрату содержания, закрывает путь к своему «я» и критичности мышления. Важный навык, который как учащийся, так и педагог должен приобрести, – умение ориентироваться в информации, классифицировать, критически анализировать и верифицировать ее, отбрасывая информационный шум, не терять собственное «я» в информационном потоке. Современные ИКТ должны не быть инструментом заполнения сознания человека потоком нефильТРованной информации, а развивать в нем творческое начало, способность создавать собственные образовательные продукты [5].

Не следует игнорировать проблемы безопасности самих образовательных информационных ресурсов и сервисов. В информационных системах обрабатываются персональные данные обучающихся, педагогов, иных работников сферы образования, другая информация, предоставление и (или) распространение которой ограничено. В то же время практика показывает, что проблемам кибербезопасности в сфере образования уделяется недостаточно внимания. Так, по данным CyberEdge Group (<https://cyber-edge.com/cdr/>) за 2021 г., из всех отраслей наиболее высокий процент успешных кибератак в мире приходится на образование.

Сказанное выше побудило авторов монографии провести комплексное исследование проблем проектирования и обеспечения безопасности интегрированных образовательных информационно-коммуникационных систем. Сложность рассматриваемых вопросов во многом обусловлена сложностью самих систем, состоящих из множества взаимодействующих проектируемых и уже существующих подсистем и компонентов. Такие системы используют внешние

информационные ресурсы и сервисы, в том числе публичные, взаимодействуют с внешними информационными системами.

В написании раздела 1.2 принимал участие кандидат технических наук, доцент К. С. Мулярчик. В разделе 5.3 использованы материалы кандидатской диссертации Се Цзиньбао (Xie Jinbao), выполненной под руководством Ю. И. Воротницкого. Авторы благодарны заслуженному деятелю науки Республики Беларусь, доктору технических наук, профессору А. Н. Курбацкому за предложения и замечания по содержанию монографии.

1 ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В XXI в.

1.1. Вызовы современности и трансформация образования

Информатизация и цифровая трансформация государственного управления, экономической и социальной сфер, общественной и индивидуальной жизни граждан является необходимым условием для вступления в современную информационную цивилизацию [1–3]. Успешность прохождения этого пути в первую очередь зависит от интеллектуального потенциала нации, качества национальной системы образования, ее способности эффективно функционировать в условиях экономики знаний и удовлетворять ее потребностям.

В эпоху формирования и развития экономики знаний, основанной на производстве, распределении и использовании информации, система образования должна трансформироваться, отвечая на вызовы настоящего и будущего. Цифровая трансформация всех областей деятельности человека предъявляет новые требования к образованию людей, которые будут участвовать в модернизации процессов всех видов деятельности: на производстве, в общественной и личной жизни, создавая, внедряя и используя в повседневной практике цифровые технологии [4–6]. Изменяется заказ на образование со стороны социума, семьи, самого обучаемого. Образование становится непрерывным, мобильным, открытым.

Исторически сложившийся заказ социума на передачу известной информации обучаемому становится неактуальным [7]. В условиях экспоненциального роста объема цифровой информации [8], динамичного изменения рынка труда человек в системе образования не может рассматриваться как пассивный объект, который, следуя предначертанным планам и программам, позволяет наполнить себя знаниями. Односторонняя трансляция знаний не учитывает цели, смыслы, личностные, культурно-исторические, религиозные особенности студента.

Информация отчуждена от обучающегося, подается в готовом виде, и нет необходимости участвовать в «приготовлении блюда» – своего образования. Это не способствует мотивации к обучению, развитию качеств личности, определяющих способность адаптироваться в быстро меняющемся мире. Процесс получения студентом готовых знаний при минимуме психологических, организационных и других затрат превращается в «фабрику» стереотипов его мышления и поведения. В итоге мы наблюдаем ряд парадоксов: студентам транслируют одинаковую информацию, но все они разные; востребованы вопросы студентов к себе, миру, а обучение ориентировано на получение «правильных» ответов. Существует большая потребность в креативности, нестандартном мышлении на рынке труда и вместе с тем – серьезная нацеленность на шаблон и подражание в содержании образования.

Сегодня изменяется мотивация человека к образованию. С одной стороны, молодых людей стимулирует стремление реализовать себя в непрерывно модернизируемой профессиональной деятельности, быть востребованными на постоянно изменяющемся рынке труда и, как следствие, обеспечить себе и своей семье достойный уровень жизни. С другой стороны, развитие общества потребления снижает мотивацию к получению образования у тех, кто считает достаточным удовлетворение своих основных потребностей. Имеют место и более тревожные тенденции. Рост объемов информации и ее доступности сам по себе становится демотивирующим фактором. Расширение внешних пределов человека влечет за собой утрату содержания, закрывает путь к своему «я» и критичности мышления [9]. Более того, стремление поглотить огромные несистематизированные массивы информации и «все успеть» создает предпосылки для утраты психического здоровья, когда человек теряет себя, не получая опору в своем внутреннем мире.

Важный навык, который учащийся должен приобрести, – умение ориентироваться в информации, классифицировать, критически анализировать и верифицировать ее, отбрасывая информационный шум, не терять собственное «я» в этом потоке.

Стираются временные и пространственные рамки получения образования. Цифровые технологии позволяют получать образование не только в университете, но и в любой точке планеты (у преподавателя, находящегося за тысячи километров от обучаемого). Развитие систем открытого образования порождает новые формы конкуренции учебных заведений на мировом рынке образовательных услуг.

Обеспечить эффективность национальной системы образования и ее соответствие мировому уровню можно, только совершенствуя содержание и формы образовательного процесса на современных цифровых платформах.

Понятие цифровой трансформации не эквивалентно внедрению современных информационных технологий. В основе цифровой трансформации системы образования лежит трансформация целей, содержания, форм и технологий образования, модернизация процессов деятельности педагогов, обучаемых, родителей, руководителей, специалистов и оценки этой деятельности на базе цифровых технологий. Важными являются такие аспекты цифровой трансформации, как продуктивность образования, развитие творческих возможностей человека, а также безопасность внутреннего информационного пространства обучаемого и внешнего по отношению к нему информационного окружения.

Одним из основных современных направлений трансформации сферы образования является переход к непрерывному обучению на протяжении всей жизни. Во-первых, количество времени, затрачиваемого человеком на обучение, увеличилось за последнее столетие и продолжит расти в будущем. Во-вторых, тенденция такова, что доля обучения меняется с возрастом, занимает все больше времени. Так, человек начинает учиться все раньше, не прекращает в зрелости и продолжает в пожилом возрасте. Обучение становится доминирующей ежедневной активностью человека. Непрерывное обучение означает постоянное развитие навыков, способностей и знаний с помощью различных средств (выполнение своих обязанностей на рабочем месте, освоение образовательных программ, коммуникация и т. д.) и является частью профессиональной сферы деятельности человека как на работе, так и вне ее. В этих условиях обучение не должно быть территориально привязано к учреждению образования. Обучающиеся могут получать образовательные услуги в другом городе и даже на другом континенте, используя на рабочем месте, дома, на отдыхе мобильные устройства: ноутбуки, планшеты, смартфоны. Обучение становится мобильным.

Помимо перехода к непрерывному и мобильному обучению, проектное и проблемно ориентированное, эвристическое обучение [10] приходит на смену традиционной технологии трансляции знаний от педагога к ученику, которая доминировала на протяжении тысячелетий, являлась удачной моделью масштабирования знаний и была

способна удовлетворить массовый спрос на образованных людей. Проектное и проблемно ориентированное обучение соответствует современному требованию: люди должны в первую очередь владеть практическими навыками выполнения своей ежедневной деятельности.

Еще одним направлением модернизации образовательного процесса является изменение технологий масштабирования обучения – инструмента повышения эффективности реализации определенной задачи и снижения издержек. В различные периоды развития человечества были популярны те или иные способы масштабирования образования. На смену классическому аудиторному подходу и персональному наставничеству (менторингу) приходит персонализация образовательных траекторий, дистанционный (электронный) менторинг, дистанционное и онлайн-обучение.

Наряду с системными вызовами, отмеченными выше, постоянно возникают и будут возникать экстраординарные вызовы, такие как резкое обострение эпидемиологической ситуации весной 2020 г. В марте – апреле 2020 г. учреждения высшего образования (УВО) столкнулись с проблемой быстрого перехода от традиционных моделей работы к широкомасштабному использованию бесконтактных технологий в рамках очной формы получения образования. Такой переход должен был обеспечить минимизацию личных контактов при безусловном сохранении качества учебного процесса, стимулировал использование как педагогических, так и программно-технических дистанционных технологий [5; 11]. Они, несомненно, предоставляют учащимся новые возможности получения образования, расширяя, как говорилось выше, временные и пространственные рамки образовательного процесса. Надо понимать, что использование дистанционных технологий не обязательно означает переход к дистанционной форме получения образования, которая имеет свои критерии оценивания, временные рамки проведения занятий, методологию и т. п., не тождественные тем, что реализуются в рамках очной формы получения образования.

Многие университеты в условиях пандемии пошли по пути копирования очного формата обучения в дистанционный. Например, лекции преподавателей, задания и учебники просто механически перенесли в онлайн-формат, получив при этом огромные сложности. Выросла нагрузка на преподавателей и студентов, упало качество знаний.

Еще более неэффективны попытки полностью перевести образовательный процесс в офлайн, выложив в сети учебно-методические пособия и учебники, уповая исключительно на их самостоятельное изучение и дальнейший контроль знаний с помощью тестов и на итоговом экзамене. При таком подходе отсутствует интерактивность взаимодействия обучающихся как между собой, так и с педагогом.

В целом же попытки переложить технологии очного обучения на дистанционные занятия бесплодны. В результате теряются преимущества очного обучения и не задействуются педагогические возможности дистанционных технологий. Однако именно в цифровой трансформации образования коренится возможность разрешения наиболее острых проблем системы образования, творческой самореализации учащегося посредством современных ИКТ и цифровых платформ.

1.2. Информатизация и образовательные технологии

Если информатизация предполагает широкомасштабное внедрение компьютеров и информационных технологий, то цифровая трансформация – это изменение целей, содержания, форм и технологий образования, модернизация процессов деятельности педагогов, обучаемых, родителей, руководителей, специалистов. Взаимосвязь же процессов информатизации и цифровой трансформации образования является двусторонней.

С одной стороны, как показано в разделе 1.1 монографии, новые цели, методология и содержание образования, педагогические технологии, возникающие в процессе становления информационного общества и экономики знаний, становятся «заказчиками» создания и внедрения средств информатизации, используемых в трансформируемом образовательном процессе.

С другой стороны, в последние десятилетия информатизация всех сфер деятельности человека, развитие ИКТ стали важнейшим самостоятельным фактором, определяющим развитие общества в целом и системы образования в частности. Всепроникающая информатизация становится движущей силой цифровой трансформации системы образования. Информационно-коммуникационные технологии становятся неотъемлемой частью жизни каждого человека, и сегодня информатизация системы образования – это не только

оснащение школы компьютерами, использование электронных учебников, разработка обучающих программ и информационных ресурсов, обеспечение доступа в интернет. Мощным фактором информатизации становятся личные компьютеры и ноутбуки, планшеты и смартфоны, огромный объем открытой информации, доступной учителям, ученикам и их родителям в интернете [12].

Для педагогов, учеников, родителей использование ИКТ в повседневной жизни становится привычным, упрощает и оптимизирует многие процессы, обеспечивающие их жизнедеятельность (общение в мессенджерах и социальных сетях, покупки в интернет-магазинах, платежи в интернете и другие электронные услуги и сервисы). Повсеместное использование информационных технологий создает предпосылки и возможности для цифровой трансформации системы образования. Однако сама по себе потребность в цифровой трансформации во многом вызвана изменением процессов в областях, смежных с образованием.

Одна из указанных областей – профессиональная деятельность человека. В условиях повсеместной автоматизации труда и выполнения рутинной интеллектуальной работы системами искусственного интеллекта жизненный цикл профессий сокращается, постоянно появляются новые профессии, а старые постепенно теряют свою актуальность. Для того чтобы современный человек мог оставаться востребованным на постоянно изменяющемся рынке труда, он должен иметь возможность получать образование в любое время и в любом месте на протяжении всей жизни. Такое обучение – мобильное и непрерывное – предполагает изменение целей, содержания, форм и технологий образовательного процесса на базе ИКТ.

В ситуации со стремительно меняющимся ландшафтом профессий более правильным представляется говорить не о приобретении конкретных профессий, а о формировании набора навыков, освоив которые человек не только сможет закрепиться в той или иной деятельности, но и будет обладать достаточной гибкостью мышления для последующего освоения новых знаний и навыков, в том числе тех, которые сегодня неизвестны. Как отмечалось выше, необходимо сконцентрироваться на развитии творческого потенциала и креативных способностей человека, для чего эффективно применение ИКТ, которые позволяют наполнить образование новым релевантным содержанием, новыми формами и методами обучения.

Развитие технологий и появление новых трендов в образовании обеспечивается развитием цифровых технологий, которые отменяют

старые подходы и открывают новые возможности. Значительная часть традиционного классического образования переходит в онлайн-формат и виртуальную среду, появляются персонализация, моделирование и прогнозирование карьеры, основанные на использовании искусственного интеллекта и подходов больших данных. Обзор современных трендов в области трансформации технологий обучения и развития цифровых образовательных платформ можно найти в [13; 14].

1.3. Современные технологии обучения

Для удовлетворения современных требований к образованию в настоящее время появились и активно используются следующие технологии обучения:

- перевернутое обучение, или перевернутый класс;
- совместное, социально-эмоциональное обучение;
- микро- и макрообучение;
- разнесенное (раздельное) обучение.

Помимо традиционного очного формата обучения, при котором преподаватель находится в одной аудитории с обучаемыми, активно используются:

- дистанционное и онлайн-обучение (включая дистанционные вебинары, дистанционную управляемую самостоятельную работу и иные формы взаимодействия);
- смешанное обучение, при котором в рамках реализации образовательной программы присутствуют как традиционная, так и онлайн-форма обучения;
- игрофикация.

Перевернутое обучение, или перевернутый класс [15; 16]. Предполагает, что материал дисциплины не повторяется преподавателем, а изучается самостоятельно из имеющихся источников (записанные видеоуроки, иные рекомендуемые информационные ресурсы, книги). Ученики сами выполняют набор предложенных заданий, а роль преподавателя заключается в ответах на вопросы, помощи в понимании темы, разборе сложных ситуаций, а также в проверке и обсуждении результатов работы учеников.

Совместное, социально-эмоциональное обучение. Заключается в том, что обучаемые сами помогают друг другу учиться, а препода-

ватель наблюдает за этим, корректирует, направляет процесс обучения в нужное русло, разбирает сложные ситуации.

Задачи как перевернутого, так и совместного обучения решаются, как правило, при помощи специализированных электронных систем обучения (LMS – Learning Management Systems). Известна также практика использования в этих целях социальных сетей и мессенджеров.

Микро- и макрообучение [17]. В связи с ростом объема образовательного контента он естественным образом распадается на две группы в зависимости от объема: крупный и мелкий. Возникают соответствующие им форматы обучения: микрообучение и макрообучение. Краткий тезис микрообучения: «Мне нужна помощь прямо сейчас»; его продолжительность, как правило, составляет несколько минут, а используемые инструменты – мессенджеры, социальные сети и др. В противоположность микрообучению тезис макрообучения: «Я хочу узнать что-то новое»; продолжительность такого обучения уже составляет часы или дни, а инструменты – это массовые открытые онлайн-курсы или образовательные программы, ведомые преподавателями.

Макрообучение близко к традиционным форматам обучения, при которых обучаемым необходимо погружаться в конкретную тему, а качество полученных знаний и навыков напрямую зависит от степени концентрации при выполнении задач.

В свою очередь, микрообучение – это новый формат образования, предлагающий разбить процесс получения знаний на очень короткие интервальные занятия. Они могут длиться от одной до пяти минут, в течение которых ученик получает новую информацию, отвечает на контрольные вопросы или повторяет пройденный материал.

Выделим преимущества микрообучения.

1. Концентрация внимания. Исследования показывают, что основная проблема молодого поколения – это рассеянное внимание. Среднее время, в течение которого современные ученики могут оставаться сфокусированными на одной задаче, составляет всего несколько минут, после чего их мозг начинает искать новый объект или вообще отключается. Формат микроуроков учитывает это обстоятельство и использует внимание учащихся на полную.

2. Доступность. Новая форма обучения подразумевает приход на смену традиционным учителям компьютерных систем обучения. Специальная программа на смартфоне или ноутбуке преподнесет новый материал, проверит его усвоение и примет экзамен. Это делает обучение более доступным, дешевым и качественным.

3. Мобильность. Во время обучения нет необходимости быть привязанным к одному месту: необязательно присутствовать в классе или вообще физически находиться в определенном месте.

4. Модульность и гибкость. Микрообучение подразумевает получение знаний в виде небольших блоков, каждый из которых можно легко изменить, переставить или вообще исключить. Таким образом, курс становится более гибким, а полученная информация – более актуальной.

Два типа обучения (микро- и макрообучение) тесно связаны между собой. В начале некоторой новой деятельности для получения необходимого объема знаний и навыков обучаемые должны применять способы макрообучения. Для обеспечения дальнейшего роста уровня знаний и навыков более эффективно использование подхода микрообучения. Такая тенденция верна до появления экспертных знаний и навыков в той или иной сфере. После выхода на новый уровень и открытия новых горизонтов в профессиональной сфере необходимо снова применить макрообучение и далее в соответствии с рассматриваемым циклом.

Разнесенное (раздельное) обучение [18]. Представляет обучение с разнесенными по времени периодами повторения и получения новых знаний. В рамках разнесенного обучения непосредственное освоение новых навыков происходит не в момент, когда слушатели находятся в аудитории (в том числе виртуальной), а когда новые знания и начальные навыки, полученные в аудитории, используются при решении новых задач и получении нового опыта, что происходит в промежутках между обучающими сессиями. Такие промежутки, как правило, являются гораздо более длительными, чем сами обучающие сессии. В настоящее время существует несколько технологических платформ (сервисов), предоставляющих инструментарий для обучения по данной технологии: Axonify, Grovo, Qstream, EdCast и др.

Дистанционное обучение [19]. Авторы считают необходимым различать понятия дистанционного и онлайн-обучения. Дистанционное обучение – это форма получения образования, при которой преподаватель и учащийся взаимодействуют на расстоянии с помощью ИКТ. Обучающийся большую часть времени занимается самостоятельно, изучает учебные материалы (текстовые, аудио- и видео-) по предложенной ему программе, выполняет тесты, решает задачи, консультируется с преподавателем, который периодически проверяет его работы. Характерными признаками дистанционного обучения яв-

ляются индивидуальный темп обучения – изучать материалы можно по собственному графику, без привязки к группе, времени и месту занятия; доступность – учиться можно с любого компьютера в удобное время; персональные консультации с преподавателем – обратная связь в ходе обучения. Дистанционное обучение является асинхронным, оно не проводится по жесткому расписанию: учащийся может в любой момент пересмотреть в записи видеоурок или пропущенный вебинар, скачать учебные материалы, сдать задание на проверку. Для организации дистанционного обучения используются специализированные платформы, такие как Moodle.

Онлайн-обучение. Предполагает общение с преподавателем в режиме реального времени с использованием систем видео-конференц-связи и иных инструментов для проведения вебинаров, обмена файлами, обучающих игр и т. п. Во время онлайн-обучения учащийся смотрит лекции, участвует в практических занятиях и семинарах в режиме видеоконференции или вебинара в прямой трансляции, проходит интерактивные тесты, обменивается файлами с преподавателем и другими обучающимися, общается с одноклассниками и преподавателями в чатах, проходит квесты, играет в обучающие игры и пр.

Онлайн-обучение, с одной стороны, может являться одним из компонентов дистанционного обучения. С другой – оно применяется в системе высшего образования в экстремальной эпидемиологической ситуации как самостоятельный формат удаленного взаимодействия преподавателей и обучающихся в рамках традиционных очной и заочной форм обучения.

Смешанное обучение [20]. Предполагает сочетание аудиторных занятий и дистанционных технологий. Известны несколько моделей смешанного обучения, самая простая из них – перевернутое обучение. Учащиеся работают дома, пользуясь собственными электронными устройствами, подключенными к интернету: знакомятся с материалом или повторяют изученный. В классе происходит закрепление материала и работа с ним, которая может принимать вид проектной деятельности, семинара или других интерактивных форм.

Другая модель смешанного обучения предполагает, что часть занятий проходит в обычном классе вместе с преподавателем, а затем один или несколько уроков проводятся в компьютерном классе. В онлайн-среде ученики могут изучать новый и закреплять пройденный материал, тренировать различные навыки, а также работать над собственным проектом.

Игрофикация (геймификация). Можно выделить два направления. Первое – получение новых знаний и компетенций в процессе игровой деятельности. Примерами такого использования являются проекты LEGO Education и Minecraft Education. Второе, не менее важное, направление игрофикации – внесение элементов соревнования в образовательный процесс. Это направление опирается на желание среднестатистического учащегося получить за проделанную работу вознаграждение, пусть и виртуальное.

Необходимо отметить, что принципиальным в цифровой трансформации образования является использование новых педагогических и информационно-коммуникационных технологий. Так, дистанционное обучение эффективно для получения массового высшего образования, дополнительного образования детей и взрослых. Однако оно не может полностью заменить общение с преподавателем «глаза в глаза» при получении общего среднего образования или при обучении в ведущих университетах. В этих случаях элементы дистанционного обучения должны дополнять традиционные формы там, где это уместно.

1.4. Информационные технологии и цифровые платформы

Цифровая трансформация образования предполагает использование современных ИКТ и цифровых платформ [11–14; 21–24], из которых можно выделить следующие.

Системы дистанционного и онлайн-обучения (СДО). Появились они довольно давно, в первую очередь использовались в корпоративном обучении (на первых этапах наиболее активно – в военной сфере в США).

Достаточно быстро СДО стали появляться в передовых университетах, многие из которых с их помощью смогли существенно расширить число своих студентов.

Практически все СДО, которые использовались в корпоративном и высшем образовании, обладали схожей архитектурой и функционалом, который обеспечивал классическую модель прохождения учебного курса, но в дистанционной форме: лекция (тема в СДО) – практикум (тестовые упражнения в СДО). С тех пор ситуация с дистанционным обучением принципиально не изменилась. Расширяются мультиме-

дйные возможности курсов, разрабатываются проигрыватели курсов для мобильных устройств, для коммуникации все чаще используются не встроенные возможности СДО, а популярные социальные сети и средства общения, все большее распространение получают механизмы адаптивного тестирования.

Системы видео-конференц-связи широко применяются в онлайн-обучении. Их можно разделить на глобальные (Zoom, Webex, Skype и др.) и национальные («Облачная видео-конференц-связь IVA MCU», TrueConf.by, peregovorka.by), функционирующие в облачных средах, а также корпоративные решения, размещаемые на серверах учреждений образования (например, BigBlueButton в БГУ). С точки зрения безопасности целесообразно использование систем видео-конференц-связи, расположенных на территории Беларуси.

Сейчас, обсуждая проблемы внедрения дистанционных технологий в систему образования, говорят об отсутствии необходимой информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, программных продуктов, о неготовности педагогов их использовать. По мнению авторов, это вторичные проблемы. Первичным является то, что недостаточный опыт использования соответствующих педагогических технологий не позволял адекватно спроектировать требования к технологиям информационным.

Мобильные и облачные технологии. Образование, следуя за развитием информационного общества, становится мобильным. Это означает, что доступ к информации и образовательным услугам обеспечивается постоянно, независимо от времени и места нахождения.

Наряду с использованием мобильных технологий вне учебного заведения мобильность проникает в учебные классы и аудитории (электронные учебники, системы оценки результатов обучения, отображение презентационных и иных учебных материалов на персональных устройствах учащихся и т. п.). Мобильные технологии активно используются на всех уровнях образования.

Как правило, в настоящее время мобильное обучение предполагает использование облачных технологий. Эти технологии обеспечивают размещение образовательных сервисов и информационных ресурсов в «облаке» – на сервере в интернете. Доступ к этим ресурсам и сервисам пользователи получают со своих компьютеров и мобильных устройств, подключенных к интернету. С информацией можно работать с разных устройств: компьютеров, ноутбуков, планшетов, телефонов. Одну и ту же информацию могут просматривать и редактировать одновременно с разных устройств несколько пользователей,

своей информацией легко делиться с другими людьми из любой точки земного шара.

Облачные технологии позволяют быстро актуализировать образовательный контент, в том числе с учетом анализа поведения и потребностей обучаемых. Эластичность облачных технологий позволяет обучаемому получать только необходимый ему объем информации и образовательных услуг в требуемый промежуток времени при гибкой тарификации платных услуг. Мобильные и облачные технологии являются платформой для развития открытого образования.

Системы антиплагиата. Серьезной проблемой стало копирование учениками письменных работ из интернета. Сегодня при проверке работ следует использовать системы антиплагиата, которые на основе сложных алгоритмов ищут заимствования, в том числе перефразированные, а также тексты, полученные путем перевода из зарубежных источников. Вместе с тем необходимо отметить, что такие системы являются лишь вспомогательным инструментом преподавателя, а конечную оценку работы должен делать он сам. Например, кроме процента оригинальности, необходимо оценивать количество источников заимствований, корректность цитирования и т. п.

Электронные интерактивные учебники и электронные библиотеки. На протяжении последних 20 лет электронные учебники и учебные пособия эволюционировали от копий бумажных книг к мультимедийным интерактивным электронным изданиям.

Современный интерактивный учебник сочетает динамическую верстку текста на мобильном устройстве с такими возможностями, как масштабируемые цветные иллюстрации, удобно воспроизводимые формулы, мультипликация, музыкальное сопровождение и озвучивание, видеоролики, интерактивная инфографика и трехмерные модели, встроенные инструменты компьютерного тренинга и контроля, средства дополненной и виртуальной реальности.

Объединение электронных изданий в онлайн-библиотеки позволяет получить новые свойства за счет интегрированного глоссария, общей системы гиперссылок, сквозного поиска по библиотеке, построения семантических связей между учебными материалами. В целом электронные учебные издания эволюционируют от скачиваемых и используемых офлайн книг к онлайн-облачным библиотекам.

Электронные образовательные тренажеры. Сегодня такие веб-приложения позволяют реализовать деятельностный подход в обучении, принцип построения индивидуальной образовательной траектории, использовать естественный мотивирующий фактор

в форме интеграции современной компьютерной технологии с соревновательно-игровыми формами деятельности.

Искусственный интеллект. Системы искусственного интеллекта находят применение в деятельности обучаемых и педагогов. Для первых они позволяют обеспечить персонализацию онлайн-обучения, устранить пробелы в знаниях, выйти на новый уровень геймификации, реализовать функции виртуального помощника в системах открытого образования. Для педагогов они позволяют автоматизировать ряд процессов по созданию новых учебных онлайн-курсов и образовательных приложений, предоставляют новые возможности для анализа результатов образовательной деятельности.

Социальные сетевые сервисы. Они предоставляют пользователям виртуальные площадки, связывающие людей в сетевые сообщества с помощью компьютеров и мобильных устройств, подключенных к сети Интернет.

Системы виртуальной и дополненной реальности. Уже сегодня системы виртуальной и дополненной реальности позволяют создавать инновационные средства обучения и виртуальные лаборатории. Эти технологии позволяют на новом уровне вовлечь обучаемых в образовательный процесс, повысить их мотивацию.

3D-печать. Аддитивные технологии позволяют оперативно материализовать пространственные трехмерные модели, разработанные обучаемыми, развивать пространственное воображение, геометрическое мышление и практические навыки 3D-моделирования.

1.5. Практика цифровой трансформации образовательного процесса

В настоящем разделе рассматривается практика цифровой трансформации образовательного процесса в БГУ – ведущем классическом университете страны [5; 25].

Для цифровой трансформации образовательного процесса на содержательном уровне в БГУ вносятся изменения в образовательные стандарты, учебные программы, актуализируются темы дипломных и курсовых работ с ориентацией на заказчика кадров. Научно-методическое обеспечение скорректировано с учетом использования инновационных форм. Кафедры университета разрабатывают фонды оценочных средств, позволяющие увидеть личные достижения

каждого студента. Для оптимизации учебного процесса и управления самостоятельной работой студентов используются дистанционные образовательные ресурсы.

В БГУ с 2017/18 учебного года развернута широкомасштабная программа внедрения дистанционных технологий, предпринят ряд практических шагов по введению в практику методологии креативного образования и дистанционного обучения.

На базе университета создан межвузовский портал «Методология, содержание, практика креативного образования» – платформа для информирования о педагогических инновациях, обмена опытом, организации диалога преподавателей высшей школы. Партнерами выступили Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Даляньский политехнический университет (КНР). Техническое сопровождение портала и форума осуществляет Центр информационных технологий БГУ. На данной платформе педагоги любого отечественного учреждения образования могут поделиться своими публикациями, идеями, инновационными методическими разработками. На онлайн-площадке инициированы дискуссии по вопросам «зачем учить?», «чему учить?» и «как учить?»; обсуждаются образовательные стандарты, учебные программы, технологии обучения. Особое внимание уделяется анализу педагогической практики.

В БГУ с 2019 г. существует очно-дистанционная программа повышения квалификации «Технологии эвристического обучения в высшей школе: методика обучения через открытие». В 2020 г. в БГУ начал реализовываться новый проект «Педагогическая мастерская онлайн-обучения». Данная инициатива руководства университета направлена на оказание методической поддержки преподавателям, вынужденным активно внедрять в обучение ИКТ. Концепция мастерской основана на проведении цикла онлайн-семинаров по различным вопросам применения электронных средств обучения (ЭСО). В качестве экспертов выступают ученые-педагоги, психологи, преподаватели университета, имеющие опыт организации различных видов занятий с использованием инновационных информационных средств.

Созданная в БГУ система креативного образования включает разработку новой учебно-методической литературы. Изданы шесть практикумов открытых (эвристических) заданий для гуманитарных и естественно-научных дисциплин (серия «Креативное образование»). Задания не имеют единого правильного ответа, каждый

студент открывает свое знание и демонстрирует креативные качества и способности.

Быстрый вынужденный переход к удаленным формам взаимодействия в апреле 2020 г. стал результатом наложения двух процессов: относительно медленно протекающего, планового внедрения дистанционных технологий с 2018 г. и быстрой разработки новых онлайн-курсов [26] в марте – апреле 2020 г. Обеспечила реализацию этих процессов профессионально спроектированная и своевременно реализованная информационно-телекоммуникационная инфраструктура БГУ.

Так, по состоянию на 1 сентября 2019 г. факультетами и общеуниверситетскими кафедрами БГУ для обеспечения дистанционных технологий обучения было создано 642 площадки, на 1 марта 2020 г. – 1977, к 24 апреля их число выросло до 5429. Приведем еще некоторые цифры, характеризующие цифровую трансформацию образовательного процесса. По состоянию на апрель 2021 г.:

- 82 % учебных программ дисциплин первой ступени высшего образования и 90 % – второй ступени содержат описание инновационных методов и подходов, эвристические задания, кейсы, проектные и творческие задания;

- 6340 учебных курсов с креативным компонентом размещено на образовательном портале БГУ;

- 469 инновационных методических разработок (из них 118 авторских) внедрено в учебный процесс;

- фонд оценочных средств для проведения текущей и итоговой аттестации содержит более 15 000 открытых (эвристических) заданий.

В условиях пандемии в БГУ широко используются онлайн-мероприятия, проводимые с помощью современных средств телекоммуникаций. Параллельно реализованы механизмы контроля академической деятельности студентов и преподавателей, учет посещаемости онлайн-мероприятий. Простой и объективный контроль работы студентов и преподавателей способствует повышению ответственности и тех и других. Наблюдается очень высокая посещаемость онлайн-мероприятий на протяжении всего периода их проведения – стабильно выше обычной примерно на 20 %. При таком интересе студентов существенно повышается чувство ответственности, а также мотивация преподавателя. Применение дистанционных технологий выводит и тех и других из сложившейся на протяжении десятилетий зоны комфорта. Дело не только в интенсификации труда (ее отмечают и преподаватели, и студенты), а в невозможности оставаться в рамках модели односторонней передачи информации. Следует

также отметить, что именно широкое использование онлайн-технологий, помимо синхронного взаимодействия преподавателей и студентов по расписанию занятий, стимулирует их асинхронное взаимодействие по электронной почте, на форумах портала, в социальных сетях. Это говорит о том, что в результате широкомасштабного использования дистанционных технологий в БГУ следует ожидать рост, но никак не снижение качества образовательного процесса.

Сегодня студенты позитивно воспринимают трансформацию традиционных форм занятий на основе ИКТ. Так, по результатам опроса, проведенного на II курсе факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ, на вопрос «Какая форма лекционных занятий в текущих условиях представляется вам наилучшей?» ответы студентов распределились следующим образом:

- самостоятельное изучение видеолекций и их последующее онлайн-обсуждение – 80 %;
- чтение лекций онлайн в режиме видеоконференций – 11 %;
- самостоятельное изучение теоретического материала и онлайн-консультации – 3 %;
- традиционные лекции в аудитории – 6 %.

Указанные данные подтверждают, что в условиях использования дистанционных технологий традиционная трансляция знаний – чтение обычных лекций в режиме онлайн – неэффективна. Дистанционное занятие нельзя рассматривать просто как применение комплекса технических и программных средств, позволяющих хранить информацию и передавать ее. Такое занятие – плод трансформации целей, содержания и форм образовательного процесса, возвращенный педагогом, оперирующим необходимыми ему современными цифровыми платформами.

Своевременно поставленные задачи по развитию информационно-коммуникационной инфраструктуры БГУ позволили обеспечить комплексную цифровую трансформацию образовательного процесса, научной и административной деятельности университета.

В результате реализации концепции информатизации БГУ на период до 2018 г. был создан и эксплуатируется университетский центр обработки данных (ЦОД). Сформировано единое отказоустойчивое информационное хранилище, решена задача высокоскоростного доступа в интернет и передачи информации в корпоративной сети. За счет беспроводного сегмента обеспечены условия для комфортного использования личных мобильных устройств (смартфонов, планшетов, ноутбуков) студентов и преподавателей. Обеспечивается

подключение удаленных личных компьютеров к сети БГУ по защищенным VPN-каналам. Для обеспечения безопасности информации создана многоуровневая виртуальная сетевая инфраструктура, которая дает возможность регламентировать обмен данными, а также локализовать его внутри отдельных сетевых сегментов. Для снижения стоимости и сокращения времени на планирование и развертывание эта инфраструктура была реализована с использованием технологий виртуализации ресурсов и сетей [27].

Обеспечивая реализацию Стратегии цифровой трансформации БГУ на период с 2019 по 2021 г., университет создал полномасштабную систему управления учебным процессом на платформе Moodle. Благодаря этому всем субъектам образовательного процесса обеспечен авторизованный доступ к ее ресурсам, выполнена полномасштабная интеграция с существующими корпоративными системами и сервисами, позволяющая автоматически зачислять студентов на курсы, контролировать академическую деятельность, использовать видео-конференц-связь.

Для проведения онлайн-мероприятий создана собственная система видео-конференц-связи, основанная на корпоративных сервисах Skype for Business и BigBlueButton, установленных в ЦОД университета. Размещение сервисов видео-конференц-связи на собственной серверной платформе обеспечивает конфиденциальность данных и независимость от зарубежных поставщиков услуг.

Skype for Business – самостоятельное проприетарное решение, используемое главным образом для обеспечения организационных мероприятий, например проведения удаленных заседаний кафедр, деканатов, совещаний и т. д. Оно также может интегрироваться с Moodle посредством размещения ссылок на виртуальные конференц-залы в компонентах курсов.

BigBlueButton – система с открытым исходным кодом, которая ориентирована на образовательные мероприятия, более тесно интегрирована с LMS Moodle и может быть непосредственно внедрена в электронный образовательный курс в виде отдельного настраиваемого элемента, что не требует от преподавателя дополнительных действий по организации виртуального семинара/лекции, в отличие от сторонних систем конференц-связи, таких как Zoom. BigBlueButton не требует установки на рабочее место пользователя какого-либо специального программного обеспечения. Это позволяет получить доступ к образовательному portalу с устройств любого типа: как стационарных, так и мобильных. С учетом большого количества

пользователей данного сервиса в БГУ был создан отказоустойчивый кластер BigBlueButton с автоматической балансировкой нагрузки.

Следует отметить собственную разработку БГУ – автоматизированную информационную систему университета (АИС БГУ), осуществляющую информационное сопровождение основных бизнес-процессов в сферах образования, науки, административной деятельности. Это единственная АИС учреждения образования, реализующая прямое (без посредников) онлайн-взаимодействие с платежной системой Единого расчетно-информационного пространства (ЕРИП) Республики Беларусь. АИС БГУ внедрена в ряде университетов Республики Беларусь. Опыт ее разработки лег в основу коллективной международной монографии [28].

В БГУ реализуются два проекта по оптимизации процессов идентификации студентов и учета их академической успеваемости. Первый – новый интеллектуальный студенческий билет, совмещенный с полнофункциональной банковской картой. Новизна этого решения заключается в эмуляции микрочипа радиочастотной идентификации Mifare Plus на стандартном беспроводном чипе платежной карты, что существенно удешевляет и упрощает изготовление интеллектуального студенческого билета.

Второй проект – электронная зачетная книжка – позволяет отказаться от бумажной версии указанного документа. Все возможности, которые предоставляет студенту и его родителям последняя, реализуются в личном кабинете студента на сайте БГУ. Личные кабинеты абитуриента, студента, работника, разработанные в БГУ, обеспечивают персонализацию информации и информационных услуг, предоставляемых университетом, и постоянно развиваются.

Накопленный БГУ опыт цифровой трансформации образовательного процесса позволил ему разработать для системы образования Республики Беларусь концепцию создания и развития республиканской информационно-образовательной среды [29] (РИОС), главной целью которой является технологическое, информационное и аналитическое обеспечение процессов цифровой трансформации национальной системы образования.

Выводы

В условиях цифровой трансформации система образования претерпевает изменения, технологической платформой которых являются современные ИКТ. Успешная модернизация системы образова-

ния на современном этапе возможна только путем своевременного изменения целей, содержания, форм образования, внедрения новых педагогических технологий на основании гармоничного и уместного использования современных ИКТ.

Практика показывает, что перенос без изменений традиционных форм, методов, технологий образовательной деятельности на современные цифровые платформы не дает ожидаемого эффекта и может негативно сказаться на качестве образовательного процесса.

Проблема проектирования ИКТ для системы образования является комплексной и должна учитывать взаимное влияние процессов глобальной информатизации всех отраслей деятельности человека и трансформации системы образования. Тем не менее в этом взаимодействии процессов исходными данными для разработки цифровых образовательных платформ и технологий являются требования, выдвигаемые системой образования, изменяющейся в условиях развития информационного общества и экономики знаний.

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

2.1. Научно-образовательные сети: инфраструктура, ресурсы, сервисы

В последней четверти XX в. бурный рост информационных технологий оказал существенное влияние на развитие различных сфер деятельности государства и общества. Не стала исключением и система образования. С этим периодом связана широкомасштабная информатизация образования как в части изучения информационных технологий, так и в части их использования для обеспечения образовательного процесса и коммуникации педагогов и обучающихся. С этими процессами напрямую связано появление и развитие национальных научно-образовательных сетей.

Научно-образовательные сети в Республике Беларусь возникли в середине 90-х гг. XX в. Именно тогда практически параллельно создавались сеть Министерства образования Республики Беларусь UNIBEL, сеть Национальной академии наук (НАН) Беларуси BASNET, сеть БГУ BSUNET. На начальном этапе создания и развития образовательных сетей основное внимание уделялось формированию и совершенствованию телекоммуникационной инфраструктуры. Организовывалось опорное городское оптоволоконное кольцо сети UNIBEL в Минске, а ее региональные узлы – в областных центрах. Были созданы опорные оптоволоконные сети BASNET и BSUNET, объединившие корпуса академических институтов, подразделений и общежитий БГУ, развивались локальные сети корпусов, строились структурированные кабельные системы. На этом этапе главной задачей было обеспечение доступа к интернету, ресурсам мировых научно-образовательных сетей, существующим национальным и корпоративным информационным ресурсам – электронным библиотекам и базам данных. На следующем

этапе приоритетным стало развитие научно-образовательных информационных ресурсов, а далее – сервисов, обеспечивающих доступ к этим ресурсам и информационное взаимодействие субъектов научно-образовательных сетей. Таким образом, понятие научно-образовательной сети включает в себя не только и не столько сетевую инфраструктуру, сколько информационные ресурсы и сервисы.

Если на начальных этапах широкомасштабного внедрения информационных технологий первичным фактором, катализатором изменений технологий образования являлась информатизация образования, то в настоящее время, как отмечалось в гл. 1 настоящей монографии, трансформация образовательного процесса, педагогические инновации становятся «заказчиками» развития образовательных сетей. Это позволяет нам рассматривать научно-образовательные сети как комплексные информационно-коммуникационные системы, включающие образовательные технологии, сервисы, информационные ресурсы и инфраструктурные элементы, и предложить пятиуровневую архитектуру научно-образовательных сетей, представленную в табл. 1.

Таблица 1

Пятиуровневая архитектура образовательных сетей

Уровень	Примеры реализации
Образовательные технологии	Дистанционное, смешанное и онлайн-обучение, мобильное обучение, микро- и макрообучение, перевернутое обучение, совместное обучение
Сервисы	Сервисы дистанционного обучения, видеохостинга и видео-конференц-связи, личные кабинеты работников и обучающихся, системы электронного документооборота, сервисы роуминговой аутентификации eduoam и федеративной авторизации edugain
Информационные ресурсы	Электронные библиотеки, средства обучения, базы данных обучающихся и работников, АИС, электронные архивы
Логическая инфраструктура	Программные элементы, обеспечивающие связь, управление и безопасность сети, логическая топология сетей, операционные системы и системы управления базами данных, единая система идентификации и аутентификации пользователей, программное обеспечение телекоммуникационного оборудования, системы мониторинга и безопасности сетей

Уровень	Примеры реализации
Физическая инфраструктура	Опорные оптоволоконные коммуникации сетей UNIBEL, BASNET, BSUNET, кабельные системы учреждений и структурных подразделений, корпоративные сети Wi-Fi университетов, телекоммуникационное оборудование, серверы и ЦОД, периферийные устройства

Следует отметить, что значительная часть физической и логической инфраструктуры образовательных сетей в настоящее время перемещается в облачные среды, предоставляемые облачными провайдерами. Использование национальной облачной инфраструктуры Республиканского центра обработки данных (РЦОД) для размещения информационных ресурсов и сервисов, доступных за пределами локальных сетей учреждений образования, безусловно, целесообразно. Для минимизации затрат на создание и обслуживание клиентских мест следует ориентироваться на использование облачной платформы Национального центра электронных услуг (НЦЭУ) по предоставлению виртуальных рабочих мест и комплексных сервисов информационной безопасности (платформа G-Sec). Данная платформа реализует модель облачных вычислений «рабочее место как сервис» (DaaS – Desktop as a Service). Напротив, использование публичных облачных сервисов, таких как Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure и Google Cloud, нежелательно с точки зрения информационной безопасности.

2.2. Сеть UNIBEL

Первой научно-образовательной сетью в Республике Беларусь стала UNIBEL, созданная Главным информационно-аналитическим центром (ГИАЦ) Министерства образования Республики Беларусь под руководством директора Н. И. Листопада. Первая линия этой сети, работавшая по протоколу IP, была создана в 1994 г. На базе сети UNIBEL в 1995 г. состоялась первая международная онлайн-конференция «Интернет в Беларуси».

Задачи сети UNIBEL [30]:

- обеспечение в системе образования наиболее эффективного использования информационных ресурсов глобальных компьютерных сетей;

- преодоление разобщенности университетов, институтов, научных центров, лабораторий, групп исследователей и отдельных ученых, преподавателей и студентов в вопросах использования информационных технологий и средств коммуникаций;
- преодоление трудностей в распространении новых идей, научных результатов и публикаций по различным проблемам, в первую очередь по проблемам информационных технологий;
- обеспечение выхода в мировые образовательные и компьютерные сети, предоставление доступа к международным информационным, вычислительным и программным ресурсам;
- обеспечение эффективной эксплуатации информационных ресурсов Республики Беларусь в целом;
- проведение единой технической политики в области компьютерных коммуникаций в образовании и науке;
- обучение информационным технологиям, распространение интернет-культуры.

Сеть UNIBEL имеет свою зарегистрированную в Европейской службе регистрации сетей (RIPE) автономную систему, а также большой пул IP-адресов класса C. Долгое время сеть выполняла роль представителя Республики Беларусь в TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association).

Сеть UNIBEL участвовала в ряде международных проектов, в частности было создано оптоволоконное кольцо в Минске с размещением коммуникационного оборудования на телефонных станциях (проект «Интернет»). Это позволило решить проблему последней мили и обеспечить оптимальные условия для подключения пользователей, так как конечным пользователям необходимо было лишь подключиться к оборудованию, расположенному на ближайшей телефонной станции.

Построение сети UNIBEL способствовало проведению единой политики в области информатизации системы образования Республики Беларусь, распространению информационных технологий, обучению и популяризации компьютерных телекоммуникаций в сфере образования.

Последние годы основной задачей UNIBEL являлось предоставление доступа в мировое информационное сообщество участникам образовательного процесса при реализации программ обучения, а также научным и общественным кругам. Существующая конкуренция на национальном рынке телекоммуникационных услуг, быстрое развитие инфраструктуры крупных операторов существенно ограничили объемы услуг и ресурсов, предоставляемых сетью UNIBEL.

В настоящее время функционирует только один региональный узел сети UNIBEL на базе Гродненского государственного университета им. Я. Купалы. К узлу подключены структурные подразделения университета, общежития, ряд других организаций (около 40 подключений). Основные внешние коммуникации осуществляются путем подключения к сетям РУП «Белтелеком» и СООО «Мобильные ТелеСистемы» (общая скорость на конец 2021 г. – 600 Мбит/с). Подключение к центральному узлу UNIBEL осуществляется на скорости 80 Мбит/с. В настоящее время сеть UNIBEL является провайдером для 10,5 % учреждений республиканского подчинения, 0 % управлений образования Минского городского, областных, а также районных исполнительных комитетов, практически отсутствуют подключения учреждений регионального подчинения. Приходится констатировать, что сеть UNIBEL в настоящее время практически не исполняет роль республиканской научно-образовательной сети, которая объединяет учреждения системы образования Республики Беларусь и обеспечивает их доступ во внешние сети.

2.3. Академическая сеть BASNET

Сеть НАН Беларуси создана в 1996 г. и предоставляет сетевые сервисы и услуги как ее учреждениям, так и другим организациям научной, образовательной и бюджетной сфер. Академическая сеть BASNET [31] является структурным подразделением Государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» (ОИПИ НАН Беларуси).

BASNET – одна из восьми республиканских сетей, предоставляющих доступ к Единой республиканской сети передачи данных и сервисам НЦЭУ. В настоящее время BASNET – единственная сеть в Республике Беларусь, обеспечивающая автономный доступ к мировым компьютерным сетям через общеевропейскую научную сеть GÉANT, объединяющую 50 000 000 пользователей более чем из 10 000 исследовательских и образовательных организаций из 40 стран Европы. Пропускная способность канала доступа сети BASNET в GÉANT и сети Интернет в настоящее время составляет 10 Гбит/с.

Архитектура BASNET основывается на 15 базовых сетевых узлах, связанных высокоскоростными оптоволоконными каналами общей протяженностью более 80 км, обеспечивающими передачу данных по сети со скоростью до 10 Гбит/с.

BASNET является членом RIPE, имеет статус LIR (Local Internet Registry – локальный интернет-регистратор), собственное пространство IP-адресов, сопровождает несколько доменов второго уровня: basnet.by, org.by, culture.by, from.by, nren.by.

По состоянию на конец 2021 г. к сети были подключены 9 высших и средних специальных учебных заведений, 55 научных учреждений и организаций НАН Беларуси, 1 организация дополнительного образования, 7 учреждений культуры, 4 медицинских учреждения, 20 государственных органов и организаций.

На базе сети BASNET функционирует корпоративная библиотечная сеть Республики Беларусь, наземный сегмент Белорусской космической системы дистанционного зондирования, национальная грид-сеть.

Сеть BASNET предоставляет сервисы eduroam НАН Беларуси и 6 УВО, eduGAIN – 2 организациям (ОИПИ НАН Беларуси и БГУ).

2.4. Научно-информационная компьютерная сеть

Единая научно-информационная компьютерная сеть Республики Беларусь (НИКС) была создана постановлениями Совета Министров Республики Беларусь от 18 декабря 1997 г. № 1677 и от 22 октября 1998 г. № 1609 в целях совершенствования информационного обеспечения исследований и разработок, выполняемых научными учреждениями, высшими учебными заведениями Республики Беларусь на базе современных ИКТ.

Научно-информационная компьютерная сеть создавалась как объединение трех базовых сетей: НАН Беларуси (BASNET), БГУ (BSUNET) и Министерства образования Республики Беларусь (UNIBEL) (рис. 1). Для этого объединения по г. Минску были проложены оптоволоконные коммуникации.

В настоящее время операторами НИКС являются две организации: ОИПИ НАН Беларуси (сеть UNIBEL) и республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Центр информационных ресурсов и коммуникаций» БГУ. Последнее оказывает услуги под торговой маркой НИКС и обеспечивает подключение 4 УВО, 4 научных организаций, 2 организаций дополнительного образования, 5 других организаций.

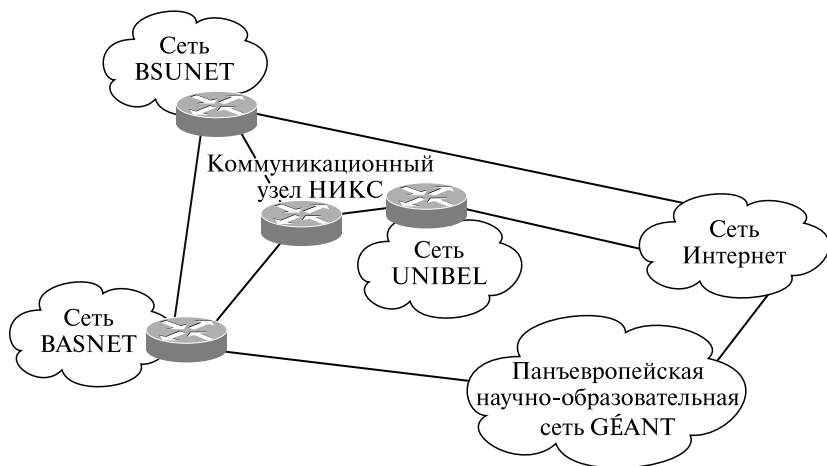


Рис. 1. Базовая инфраструктура НИКС

Пользователями университетского сегмента НИКС также являются структурные подразделения БГУ, студенты, проживающие в общежитиях БГУ и других университетов (около 6000 пользователей – физических лиц). Детальное описание сети БГУ приводится далее.

2.5. Корпоративная научно-образовательная сеть БГУ

Основу сети БГУ составляют опорные оптоволоконные коммуникации протяженностью более 63 км, объединяющие 29 территориально разобщенных корпусов БГУ (рис. 2). Во всех корпусах и общежитиях БГУ имеются локальные сети, большинство которых базируется на структурированных кабельных системах. Компьютерная сеть БГУ объединяет более 6870 компьютеров (с учетом юридических лиц и общежитий). В качестве пользователей сети зарегистрировано 39 205 человек, из них 27 811 студентов. Все пользователи компьютерной сети БГУ имеют персональные реквизиты для входа в сеть и адрес корпоративной электронной почты. Пропускная способность каналов опорной сети – 10 Гбит/с, локальных сетей корпусов – 1 Гбит/с.

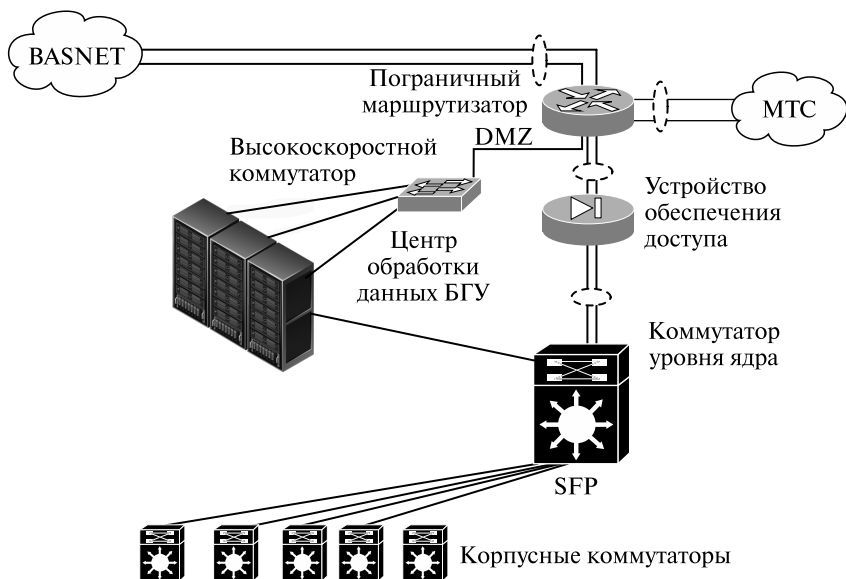


Рис. 2. Схема опорной сети БГУ

Каналы доступа в интернет имеют пропускную способность 2 Гбит/с. Используется канал доступа в академическую сеть BASNET, обеспечивающий доступ в интернет, прямой доступ в научно-образовательную сеть GÉANT и функционирование роуминговой системы аутентификации eduroam. Второй оператор, обеспечивающий скоростной доступ в интернет на скорости 1 Гбит/с, определяется на конкурсной основе. Доступ в национальную научно-образовательную сеть и в интернет из корпоративной сети БГУ является свободным и бесплатным для всех авторизованных пользователей.

В сети БГУ эксплуатируется центральная учрежденческая автоматическая телефонная станция (АТС) Alcatel 4400, соединенная по оптоволоконным коммуникациям с двумя процессорными и четырьмя беспроцессорными выносами в корпусах БГУ. Общее число абонентов телефонной сети БГУ – более 1700.

Расширение возможностей работы с научно-образовательными информационными ресурсами для преподавателей, сотрудников, студентов, аспирантов, гостей БГУ достигается путем создания и развития инфраструктуры беспроводного доступа, функционирующей практически во всех корпусах университета.

В корпоративной сети БГУ функционируют интегрированная информационная система управления (ИИСУ) БГУ, многочисленные образовательные и иные информационные системы и сервисы, рассматриваемые в соответствующих разделах настоящей монографии.

2.6. Информационные ресурсы и сервисы в образовательных сетях

2.6.1. Автоматизированные информационные системы

Значительную часть республиканских сетевых информационных ресурсов составляют АИС, которые сопровождаются ГИАЦ Министерства образования. В ЦОД ГИАЦ размещены 13 информационных систем, аккумулирующих данные об учреждениях образования, о различных категориях обучающихся и педагогических кадров, выданных документах об образовании, планах набора в учреждения образования. Основной проблемой является относительная независимость и разобщенность этих систем, недостаточное использование современных технологий для актуализации информации в этих системах и организации доступа к результатам ее обработки и анализа.

Межведомственный электронный документооборот в Республике Беларусь (в том числе в системе образования) организован на высоком уровне: все руководители обеспечены цифровой подписью, учреждения имеют выделенный канал системы межведомственного документооборота. Некоторые трудности в реализации этой системы (высокая стоимость, процедура получения цифровой подписи, нюансы работы системы и т. д.) не позволяют всем учреждениям полностью перейти на данную систему.

Основными АИС в региональных органах управления образованием являются системы образовательного менеджмента и системы электронного документооборота.

Системы образовательного менеджмента – это аналитические системы, с помощью которых специалисты региональных органов управления образованием получают доступ к данным из подведомственных учреждений образования. В системе образования Республики Беларусь используются следующие сетевые системы образовательного менеджмента для региональных органов управления

образованием: «ПараГраф: Район/Регион», «Портал информационного и сервисного обслуживания пользователей» (ПИСОП), Mso.by, Znaj.by. Вместе с тем практически во всех регионах (за исключением Минска) областные органы управления образованием и подчиненные им институты развития образования пользуются разрозненными, устаревшими локальными банками данных, не интегрированными в единую автоматизированную систему управления.

В учреждениях общего среднего образования (УОСО) представлен ряд систем автоматизации, как функционирующих в рамках локальных систем этих учреждений, так и обеспечивающих работу с ними и доступ субъектов образовательного процесса (включая обучающихся и их законных представителей) в сети Интернет. Следует отметить такие облачные решения, как комплексы Znaj.by, Mso.by, Schools.by. Однако их функциональные возможности не отвечают в полной мере требованиям, предъявляемым к комплексным системам автоматизации УОСО. Достаточно давно присутствуют на рынке школьной автоматизации комплексы «ПараГраф: Учебное заведение XXI» и ПИСОП. Первый по числу автоматизированных бизнес-процессов является наиболее полным решением для школьной автоматизации. К сожалению, техническая реализация данного комплекса морально устарела. Недостатком комплекса ПИСОП, присутствующего на рынке более 10 лет, является то, что за прошедшее с момента выпуска время он практически не развивался.

Основными типами АИС, используемых в учреждениях профессионально-технического образования, являются системы автоматизации управленческой деятельности, функционирующие в локальных сетях («ПараГраф: Колледж», «1С: Колледж»), и официальные сайты учреждений.

Основными типами АИС, используемых в УВО, являются комплексные системы автоматизации УВО (ИИСУ БГУ, «1С: Университет», собственные разработки ряда УВО), системы электронного документооборота, официальные сайты учреждений. Доступ к ресурсам и сервисам наиболее развитых систем предоставляется не только в локальных сетях учреждений, но и в интернете, в том числе через личные кабинеты работников и обучающихся. Отличительной особенностью ИИСУ БГУ, внедренной в восьми ведущих вузах Республики Беларусь, является сетевое взаимодействие с внешними информационными системами: платежными системами ЕРИП и Белинвестбанка (в режиме онлайн), сайтом «Абитуриент.by», интегрированной базой данных студентов Министерства образования.

2.6.2. Образовательные ресурсы

В образовательных сетях используются как образовательные ресурсы, созданные и размещенные в данных сетях, так и ресурсы, доступные в сети Интернет.

В системе общего среднего образования следует выделить платформы онлайн-обучения *effor.by* («ЭФФОР»), *yaklass.by* («ЯКласс»), *logic.by* («Лоджик»), размещенные в интернете. «ЭФФОР» – современный комплекс учебно-развивающих ресурсов и сервисов, включающий более 120 тыс. учебных онлайн-занятий и методику их использования для мотивации и обучения школьников 1–11-х классов. В основе «ЭФФОР» – белорусской разработки – лежит компьютерная технология выявления и устранения пробелов в знаниях. «ЯКласс» – российский образовательный интернет-ресурс для школьников, учителей и родителей, который помогает учителю проводить тестирование знаний учащихся, задавать домашние задания в электронном виде. «Лоджик» – белорусская разработка – успешно сочетает офлайн-занятия логикой на специальных кружковых занятиях в УОСО и самостоятельные занятия на платформе в домашних условиях.

Необходимо отметить попытку Национального института образования создать республиканскую систему онлайн-обучения. Для нее был разработан достаточно качественный электронный контент, однако в качестве платформы онлайн-обучения была выбрана платформа Moodle. Данная платформа может успешно работать в отдельном учебном заведении, но имеет серьезные ограничения при ее разворачивании на большое число УОСО, что затруднило практическое использование этой системы онлайн-обучения.

С 2005 г. в Республике Беларусь проводится политика перехода от отдельных сайтов УОСО к единым системам образовательных сайтов, в том числе включающим официальные сайты УОСО и вышестоящих органов управления образованием.

Основными сетевыми информационными ресурсами в системе высшего образования Республики Беларусь являются системы онлайн-обучения, электронные библиотеки и интернет-сайты УВО.

В настоящее время в Республике Беларусь поддерживается несколько систем онлайн-обучения для высшего образования. С целью анализа их основных свойств и возможностей можно выделить сетевую образовательную платформу *e-University*, систему онлайн-обучения Moodle, систему дистанционного обучения SharePoint LMS.

Сетевая образовательная платформа e-University представляет собой проприетарную разработку компании IBA. На платформе накоплен значительный объем учебного материала, элементов электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) и готовых полноценных учебно-методических комплексов. Практически по каждой дисциплине разработаны сопровождающие учебные курсы на основе системы управления обучением eLearning Server, имеется образовательный портал, проводятся видеоконференции и вебинары.

Система онлайн-обучения Moodle – система управления курсами (электронное обучение), также известная как система управления обучением или виртуальная обучающая среда. Она представляет собой веб-приложение, позволяющее создавать сайты для онлайн-обучения. Функционал составляют возможности создания авторского курса по предмету, пополнения архива аудио- и видеоматериалами, проведения контрольных работ и тестов. Также существует вариант организации переписки в виде чата между учеником и преподавателем.

SharePoint LMS, созданная компанией ООО «Белитсофт», является комплексным решением, реализованным на платформе Microsoft Office SharePoint Server.

Сайты УВО характеризуются наличием обширной информации, отражающей многие аспекты деятельности учреждений: образовательной, кадровой, финансовой, взаимодействия с заказчиками.

Авторизованный сетевой доступ обеспечивается к электронным библиотекам ведущих университетов Республики Беларусь. Электронная библиотека БГУ на протяжении ряда лет входит в число лучших электронных библиотек в мире.

2.6.3. Сервисы и технологии доступа к информационным ресурсам в образовательных сетях

Основные сервисы, используемые учреждениями образования и органами управления, представлены в табл. 2. Как и информационные ресурсы, эти сервисы могут быть разделены на созданные и размещенные в национальных сетях и публичные ресурсы, доступные в сети Интернет.

Таблица 2

**Сравнительная характеристика сервисов
в образовательных сетях**

Национальные образовательные сети	Сеть Интернет
Корпоративная электронная почта Министерства образования, почтовые сервисы УВО и т. п.	Публичные почтовые сервисы (Gmail, Yandex, Mail.ru и т. п.)
Корпоративные системы видеостинга и видео-конференц-связи БГУ и других ведущих университетов	Облачные системы видео-конференц-связи, доступные в сети Интернет (Zoom, Discord, Webex и т. п.)
Корпоративные сервисы для группового общения (обычно реализованы в рамках используемых платформ онлайн-обучения)	Публичные сервисы группового общения, мессенджеры, социальные сети
–	Сервисы для индивидуального общения (мессенджеры, Skype и т. п.)
Персональные сервисы для обучающихся, предоставляемые в электронных дневниках (расписание занятий, домашние задания, оценки, ссылки на образовательные ресурсы) и личных кабинетах (информация о расписании занятий, электронная зачетная книжка, сведения о платах за обучение и иные платные услуги и др.)	–
Персональные сервисы для работников, преподавателей и руководителей, предоставляемые в личных кабинетах (информация о расписании занятий, отпусках и командировках, заработной плате, индивидуальное планирование, составление отчетов и др.)	–
Единые системы идентификации и аутентификации учреждений образования, интегрированные в международную систему роуминговой аутентификации eduoam	–

В последнее время для доступа к информационным ресурсам, как правило, используются веб-технологии. В образовательных сетях главным образом реализованы следующие технологии:

- использование браузерных клиентов для доступа к базам данных во внутренних сетях учреждений образования и иных организаций (в частности, к автоматизированным системам управления);
- использование браузерных клиентов для доступа к информации, хранимой в базах данных, через интернет (базы данных веб-сайтов, информация в личных кабинетах студентов и работников и др.);
- применение веб-сервисов для информационного обмена и сбора данных в распределенных системах автоматизации (например, веб-сервисы для связи с внешними системами – ЕРИП и др.).

Последняя технология реализуется на базе таких стандартов и технологий, как XML (расширяемый язык разметки, предназначенный для хранения и передачи структурированных данных) и JSON (язык разметки на базе JavaScript).

Выводы

Сетевая инфраструктура системы образования Республики Беларусь представляет собой слабо связанные корпоративные сети Министерства образования, республиканских учреждений, региональных органов управления и учреждений образования. Эти сети в той или иной степени взаимодействуют с НИКС, включающей в себя сеть НАН Беларуси BASNET и сеть БГУ BSUNET. Таким образом, логическая топология сети системы образования представляет собой совокупность сетей учреждений образования и органов управления образованием, подключенных к различным операторам.

Основные информационные потоки в сетевой инфраструктуре системы образования связаны с автоматизацией процессов управления. В настоящее время в образовательных сетях практически отсутствуют облачные сервисы, обеспечивающие иные направления деятельности, которые являются постоянно и интенсивно востребованными. Исключением являются корпоративные сети УВО, предоставляющие образовательные и иные сервисы своим работникам и студентам.

Вместе с тем национальная телекоммуникационная инфраструктура, РЦОД предоставляют широкие возможности для обеспечения информационного взаимодействия и размещения информационных

ресурсов и сервисов системы образования. В этих условиях необходимо сосредоточить усилия на создании РИОС как интегрированной образовательной информационно-коммуникационной системы, которая объединяет совокупность телекоммуникаций, аппаратных и программных средств, информационных систем, сервисов и ресурсов и обеспечивает цифровую трансформацию национальной системы образования. При создании РИОС приоритетными должны стать задачи создания национальных информационных образовательных ресурсов, программных платформ и сервисов, отвечающих запросам педагогики информационного общества и экономики знаний.

Особое внимание должно уделяться развитию корпоративных сетей и информационных систем ведущих университетов страны как пилотных площадок новых технологий для системы образования и науки.

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

3.1. Цели, задачи, принципы создания

Концептуальное проектирование РИОС осуществлялось в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы «Разработка программно-методического обеспечения республиканской информационно-образовательной среды» научным коллективом под руководством одного из авторов настоящей монографии. Основные результаты этой работы были изложены в отчете о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (НИОКР) и статье [29].

Главной целью создания РИОС является технологическое, информационное и аналитическое обеспечение процессов цифровизации и цифровой трансформации национальной системы образования. В свою очередь, эти процессы направлены на удовлетворение потребностей личности и социума в качественном образовании, востребованном в условиях развития экономики знаний.

Создание РИОС направлено:

- на формирование концептуально и технологически единой цифровой платформы модернизации и развития национальной системы образования, разработку на ее основе современных информационных и информационно-аналитических систем, информационных ресурсов и сервисов;
- обеспечение нормативно-правовых, организационно-методических, кадровых, технологических, материально-технических и финансовых условий функционирования и развития единой цифровой платформы модернизации и развития национальной системы образования;
- обеспечение гарантированной доступности и высокого качества образовательных услуг на всех уровнях национальной

системы образования, повышение информационной культуры всех участников образовательного процесса, уровня их адаптации к условиям цифровой трансформации национальной экономики.

Создание РИОС как единой системы телекоммуникаций, аппаратно-программных средств, информационных и информационно-аналитических ресурсов и сервисов, нормативно-правового и методического обеспечения, а также подбор персонала, обеспечивающего ее функционирование, предполагает решение следующих задач:

- создание системы постоянного мониторинга и анализа потребностей национальной системы образования в развитии и модернизации информационных ресурсов и сервисов в целях формирования обоснованных решений по разработке и модернизации компонентов РИОС в процессе ее создания и дальнейшей эксплуатации;

- реализацию пилотных проектов по апробации отдельных решений РИОС в целях подтверждения их эффективности и минимизации рисков полномасштабного внедрения, формирование управленческих и организационных механизмов быстрого масштабирования проектов, получивших положительную оценку;

- разработку и реализацию проектных решений по развитию телекоммуникационной инфраструктуры РИОС, в том числе создание облачной серверной платформы на базе РЦОД;

- разработку новых, систематизацию, модернизацию и интеграцию существующих программных продуктов, информационных и информационно-аналитических систем в единую цифровую платформу на основе облачных технологий;

- проектирование и создание единой системы образовательных ресурсов и сервисов, ориентированных на использование технологий дистанционного, мобильного обучения и непрерывного образования, обеспечивающих возможности комплексного мониторинга и анализа образовательного процесса на всех уровнях системы образования;

- реализацию эффективных решений для обеспечения взаимодействия всех информационных систем, ресурсов и сервисов РИОС между собой и с внешними системами, в том числе посредством общегосударственной автоматизированной информационной системы (ОАИС);

- обеспечение безопасности информации в РИОС путем комплексной разработки и реализации соответствующих мероприятий.

Представим основные организационные принципы создания РИОС.

Комплексность действий. Все действия по созданию, внедрению и развитию РИОС должны носить комплексный характер. В эту работу должны быть вовлечены все уровни и структуры системы обра-

зования. Параллельно и согласованно должна вестись работа по всем направлениям: развитие технической инфраструктуры РИОС; модернизация и разработка информационных систем, сервисов и ресурсов; нормативно-правовое, организационно-методическое, кадровое и финансовое обеспечение мероприятий по созданию, внедрению и развитию РИОС.

Управляемость процессами. Должна быть создана достаточная и, главное, непротиворечивая система управления процессами по созданию, внедрению и развитию РИОС. На уровне нормативных документов и регламентов должны быть четко прописаны права и обязанности всех участников, в том числе структур и персоналий, ответственных за принятие и исполнение решений. Процессы создания, внедрения и развития РИОС должны быть плановыми и последовательными, всю деятельность нужно разбивать на логически завершённые этапы. Содержание каждого этапа должно детализироваться по мере приближения сроков его реализации на основе достигнутых результатов.

Сообразность (уместность) действий. Любые процессы по созданию, внедрению и развитию РИОС должны соответствовать логике и объективным обстоятельствам текущего момента, безусловно с учетом наиболее перспективных вариантов реализации.

Проектный подход. Сегодня многие действия в области информатизации образования осуществляются не как проекты, а как процессы. При создании, внедрении и развитии РИОС предлагается перейти к проектному принципу по всем направлениям: формирование технической инфраструктуры РИОС, разработка и внедрение программного обеспечения, ресурсное сопровождение мероприятий. Особое значение должны играть пилотные проекты, в рамках которых при минимальных выделяемых ресурсах должна проводиться апробация перспективных решений.

Гибкость планирования. Проектный подход к созданию, внедрению и развитию РИОС меняет требования к долгосрочному планированию. По этой причине архитектура РИОС и основные направления ее формирования и развития, концептуальные подходы должны быть спланированы на стратегическую перспективу (пять – семь лет). Конкретные же проекты в рамках стратегических направлений должны инициироваться, реализовываться и при необходимости корректироваться ежегодно, а в отдельных случаях и чаще.

Нацеленность на образовательный результат. Любые проекты РИОС должны заканчиваться не только созданием конкретных си-

стем, сервисов и ресурсов, элементов технической инфраструктуры, но и конкретной положительной практикой их применения, обеспечивающей цифровую трансформацию и в конечном счете повышающей эффективность национальной системы образования.

Партнерство государства и бизнеса. Частно-государственное партнерство в области цифровизации доказало свою эффективность во многих странах. При организации такого партнерства в рамках создания, внедрения и развития РИОС первичным должен стать заказ государства на решение тех или иных образовательных задач и проблем, реализацию перспективных образовательных проектов. Далее на основе такого заказа должен проводиться открытый конкурс бизнес-инициатив. Бизнес-инициативы, наиболее приемлемые для системы образования в целом и РИОС в частности, должны затем оформляться в виде конкретных проектов по созданию, внедрению и развитию РИОС.

Создание РИОС должно базироваться на следующих технологических принципах.

Единая система интеграции. Все информационные системы, сервисы и ресурсы РИОС, как модернизированные, так и новые, должны быть интегрированы между собой на уровне прямого информационного взаимодействия с использованием специального API. Информационные хранилища всех компонентов РИОС должны совместно представлять собой единую, целостную, полную и непротиворечивую систему первичных и агрегированных данных.

Единая система аутентификации пользователей. Все основные компоненты РИОС должны использовать единую систему аутентификации пользователей, связанную с регистром обучаемых и регистром работников системы образования.

Совместимость и стандартизация решений. Используемые для создания технической инфраструктуры, информационных систем, сервисов и ресурсов программно-аппаратные и телекоммуникационные комплексы, системное программное обеспечение и программные средства разработки должны быть совместимы между собой. При выборе конкретных средств реализации необходимо отдавать предпочтение тем решениям, которые приняты в мировой практике и соответствуют действующим и перспективным стандартам.

Использование облачных технологий. Все информационные системы, сервисы и ресурсы должны быть реализованы как облачные решения, размещаемые на базе РЦОД. Доступ к информационным системам, сервисам и ресурсам должен обеспечиваться через интернет при помощи мобильных и веб-технологий.

Безопасность информации и гарантированный доступ. В РИОС должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по обеспечению информационной безопасности в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами. Эти мероприятия должны планироваться на этапе проектирования РИОС в целом и ее отдельных аппаратных и программных компонентов.

Сочетание рабочих и личных компьютерных устройств. В настоящее время практически все участники образовательного процесса имеют в личном пользовании стационарные компьютеры, ноутбуки и/или мобильные устройства (смартфоны, планшеты). Взаимодействие с компонентами РИОС должно предполагать использование как компьютерных устройств, принадлежащих учреждениям образования и органам управления образованием, так и личных компьютерных устройств. Это обеспечит существенную экономию бюджетных средств на оснащение учреждений образования компьютерной техникой.

3.2. Пользователи и основные функции республиканской информационно-образовательной среды

3.2.1. Пользователи республиканской информационно-образовательной среды

Выделим в РИОС категории пользователей с точки зрения решаемых ими задач.

Руководящие работники органов управления образованием на всех уровнях. Используют инструменты РИОС для координации работы подчиненных, планирования, анализа и прогнозирования деятельности системы образования, принятия обоснованных управленческих решений.

Специалисты органов управления образованием на всех уровнях. Используют инструменты РИОС для мониторинга показателей функционирования и развития подведомственных организаций по закрепленному направлению, подготовки обоснованных управленческих решений, обеспечения деятельности подведомственных организаций необходимой нормативно-правовой базой.

Руководители и сотрудники администраций учреждений образования. Используют инструменты РИОС для комплексного анализа дея-

тельности учреждения, хода и результатов образовательного процесса, принятия обоснованных управленческих решений.

Специалисты республиканских учреждений образования, региональных институтов развития образования. Используют инструменты РИОС для получения и анализа информации, необходимой для выполнения их задач, планирования действий и мероприятий, мониторинга хода и результатов их выполнения.

Специалисты учреждений образования, отвечающие за сопровождение образовательного процесса по своему направлению (библиотекари, психологи и др.). Используют инструменты РИОС для автоматизации деловых процессов в той части, которая приводит к их оптимизации и повышению эффективности.

Сотрудники учреждений образования, непосредственно задействованные в образовательном процессе. Используют инструменты РИОС для подготовки и проведения занятий, организации самостоятельной работы обучающихся, мониторинга учебных достижений и проблем обучающихся.

Обучающиеся в учреждениях образования всех уровней. Используют инструменты РИОС в своей учебной работе (от простейших форм у детей дошкольного возраста до высокоуровневой самостоятельной работы обучающихся старшего возраста).

Родители и законные представители обучающихся. Используют инструменты РИОС для поиска необходимой информации (консультационной помощи, условий обучения в разных учреждениях образования, нормативно-правовых актов в сфере образования и т. п.), мониторинга хода и результатов обучения своего ребенка как по количественным показателям (успеваемость), так и по качественным (уровень полученных знаний).

Лица, заинтересованные в публичной информации о национальной системе образования (руководители и специалисты других ведомств, журналисты, представители общественных организаций и др.). Используют инструменты РИОС для поиска, отбора, компоновки и получения в распространенных электронных форматах необходимой информации.

Пользователей РИОС можно разделить на отдельные категории по признаку их взаимодействия с основными компонентами РИОС:

– *специалисты ГИАЦ и иных организаций* (возможно, привлеченных на конкурсной основе), обеспечивающие все необходимые технические условия функционирования и развития РИОС как целостной среды;

– специалисты учреждений образования, ответственные за своевременное предоставление полных и корректных данных в информационное ядро РИОС (в регистры учреждений образования, работников системы образования, обучающихся);

– руководители и специалисты, имеющие доступ к информационной системе управления образованием (проект Всемирного банка). В соответствии с предоставленными правами используют аналитические сервисы, инструменты прогнозирования и поддержки принятия решений данной системы;

– руководители и специалисты, имеющие доступ к комплексной системе мониторинга образовательного процесса. В соответствии с предоставленными правами используют инструменты системы для многофакторного анализа условий, хода, количественных и качественных результатов образовательного процесса;

– руководители и специалисты учреждений образования, использующие комплексные автоматизированные системы управления (АСУ) в своей работе. С помощью компонентов АСУ автоматизируют свои деловые процессы, в соответствии с правами и ответственностью обеспечивают своевременный ввод данных, поддержание их в актуальном состоянии, контролируют полноту и корректность данных, передаваемых из АСУ в информационное ядро;

– педагогические работники учреждений всех уровней. Используют в своей работе СДО, цифровые платформы онлайн-обучения, образовательные онлайн-сервисы и информационные ресурсы;

– обучающиеся. Получают доступ к компонентам комплексных АСУ (например, к электронному дневнику), персонифицированным сервисам онлайн-обучения, иным общедоступным информационным ресурсам и сервисам.

3.2.2. Функции республиканской информационно-образовательной среды

Исходя из целей и задач, решаемых РИОС, характеристик ее пользователей, выделим ее основные функции.

Информационные функции:

– информационное обеспечение государственного регулирования в сфере образования;

– информационная поддержка органов управления образованием, руководителей учреждений образования при принятии управленческих решений;

– информационное обеспечение образовательной деятельности учреждений образования на всех уровнях системы образования и по всем направлениям (нормативно-правовое, научно-методическое, учебно-методическое и др.);

– информационное обеспечение деятельности системы образования, в том числе по оперативному информированию общественности о целях и задачах ее модернизации и цифровой трансформации.

Коммуникационные функции:

– упрощение реализации административных процедур в системе образования за счет перевода их в электронный вид;

– обеспечение информационного взаимодействия поставщиков информации на всех уровнях и специалистов, ответственных за функционирование РИОС;

– обеспечение информационного взаимодействия руководителей и специалистов системы образования на всех уровнях в рамках осуществления ими своих профессиональных обязанностей;

– обеспечение информационного взаимодействия всех участников образовательного процесса (руководителей, педагогов, обучающихся и их родителей);

– обеспечение сетевого методического взаимодействия педагогических кадров учреждений образования всех уровней, обобщения и распространения передового педагогического опыта, взаимообмена между педагогами собственными авторскими разработками.

Управленческие функции:

– создание условий для разработки и внедрения гибких механизмов регулирования сектора образования для снижения его инерционности и повышения адаптивности к условиям, возникающим в ходе четвертой научно-промышленной революции;

– информационно-аналитическое обеспечение планирования развития системы образования в соответствии с демографическими колебаниями, трендами на рынке труда, региональными условиями, результатами образовательной деятельности, другими значимыми факторами;

– предоставление руководителям и специалистам системы образования на всех уровнях доступа к инструментам для анализа данных системы образования как в рамках утвержденных статистических форм, так и по произвольным критериям анализа, а также к инструментам прогнозирования и принятия обоснованных управленческих решений;

– улучшение возможностей оперативного управления в органах управления образованием и учреждениях образования за счет авто-

матизации и оптимизации основных деловых процессов с помощью внедрения комплексных АСУ;

– создание условий для оптимизации распределения и загрузки человеческих и материальных ресурсов с учетом текущих возможностей и потребностей, выявление процессов, требующих существенного пересмотра либо исключения, в том числе по причине неоправданного дублирования.

Образовательные функции:

– информационно-аналитическое обеспечение деятельности по сопровождению, модернизации и развитию образовательного процесса на всех уровнях системы образования, его цифровой трансформации, нацеленной на повышение качества образования;

– предоставление равных возможностей для получения качественных образовательных услуг гражданам Беларуси, независимо от доходов, социального статуса, места жительства и иных факторов;

– создание условий для индивидуализации образовательного процесса на всех уровнях системы образования, более полного удовлетворения образовательных потребностей обучающихся, обусловленных их интересами, способностями и достигнутыми результатами;

– обеспечение преемственности и непрерывности образовательного процесса на всех уровнях системы образования за счет использования единых кодификаторов знаний и цифровых учебных профилей обучающихся, комплексных цифровых платформ онлайн-обучения;

– формирование и стимулирование познавательной активности обучающихся, их навыков саморазвития и самообразования, ранней профессиональной ориентации за счет предоставления доступа к соответствующим образовательным онлайн-сервисам и информационным ресурсам;

– обеспечение образовательного процесса на всех уровнях качественными образовательными онлайн-сервисами и ресурсами, прошедшими соответствующую экспертизу и позволяющими повысить его эффективность на всех этапах: от проведения занятий до самостоятельного образования обучающихся;

– унификация подходов к оказанию цифровых образовательных услуг, создание условий для интеграции с лучшими мировыми практиками онлайн-обучения, реализация принципов открытости и доступности информации о развитии национальной системы образования.

Технологические функции:

– объединение всех информационных систем, сервисов и ресурсов, как новых, так и существующих, разрозненных внутриведомственных информационных систем в единую цифровую платформу, основанную на облачных, мобильных и веб-технологиях;

– обеспечение функционирования и регламентации единого информационного хранилища данных национальной системы образования, исключающего их неполноту, дублирование и противоречивость;

– обеспечение эффективного межведомственного обмена данными между РИОС и иными цифровыми платформами других ведомств посредством ОАИС;

– обеспечение единой системы аутентификации пользователей РИОС, предоставление разным категориям пользователей гарантированного доступа к нужным им системам, сервисам и ресурсам на основе назначенных прав.

Социальные и имиджевые функции:

– создание условий для повышения социального статуса управленческих и педагогических кадров системы образования, престижа педагогических профессий, формирования и развития их информационной культуры, успешной адаптации к условиям жизни и работы в информационном обществе;

– создание условий для снижения дополнительной либо нерелевантной нагрузки с управленческих кадров, педагогических работников;

– создание предпосылок и условий для формирования в белорусском обществе консенсуса по вопросам модернизации и развития национальной системы образования, в том числе связанным с ее цифровой трансформацией.

Интегральные целевые функции:

– минимизация последствий общемирового кризиса классического образования, особенно в сфере профессиональной подготовки специалистов, обусловленного отставанием получаемых знаний от уровня развития технологий, а также создание факторов опережающего развития национальной системы образования за счет ее цифровой трансформации;

– оптимизация управления системой образования за счет более оперативного и качественного информационно-аналитического обеспечения поддержки принятия управленческих решений;

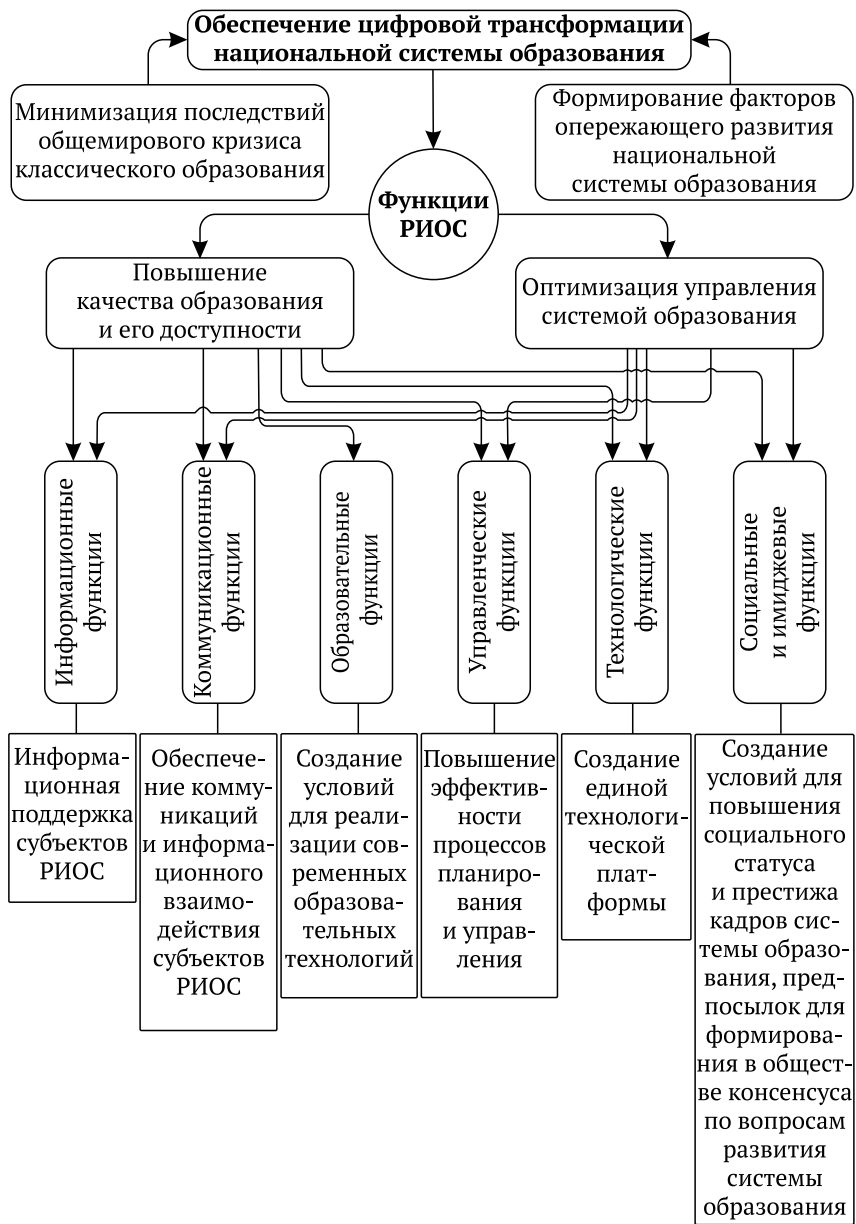


Рис. 3. Функциональная архитектура РИОС

– повышение доступности и качества образования на всех уровнях системы образования за счет внедрения образовательных онлайн-сервисов и информационных ресурсов, комплексной системы мониторинга (КСМ) образовательного процесса.

Две первые интегральные целевые функции – минимизация последствий общемирового кризиса классического образования и формирование факторов опережающего развития национальной системы образования – реализуются путем цифровой трансформации образования, платформой для которой является РИОС. Отсюда вытекают две другие интегральные функции РИОС – повышение качества образования и его доступности и оптимизация управления системой образования. В свою очередь, реализация этих функций обеспечивается информационными, коммуникационными, образовательными, управленческими, технологическими, социальными и имиджевыми функциями РИОС.

Функциональная архитектура РИОС представлена на рис. 3.

3.3. Архитектура и основные компоненты

Каждая из функций РИОС, рассмотренных в п. 3.2.2, реализуется одним или несколькими компонентами, входящими в ее состав (табл. 3).

Таблица 3

Функции, обеспечиваемые компонентами РИОС

Функции	Компоненты РИОС
Информационные	Система интернет-сайтов, информационная система управления образованием (ИСУО) (в части информационной поддержки принятия управленческих решений)
Коммуникационные	Система интернет-сайтов, корпоративная система электронной почты, корпоративная система видео-конференц-связи, национальная система дистанционного обучения / открытого образования, образовательные сервисы и ресурсы, АСУ учреждений образования (в части личных кабинетов, электронных дневников и т. п.)

Функции	Компоненты РИОС
Образовательные	Национальная система дистанционного обучения / открытого образования, образовательные платформы, сервисы и ресурсы, корпоративная система видео-конференц-связи (в части реализации технологий дистанционного онлайн-обучения), система интернет-сайтов (тематические образовательные, научно-методические и иные сайты), КСМ образовательного процесса и ИСУО (в части информационно-аналитического обеспечения деятельности по сопровождению, модернизации и развитию образовательного процесса)
Управленческие	ИСУО, АСУ учреждений образования, КСМ образовательного процесса
Технологические	Система идентификации и аутентификации, система администрирования, Регистр организаций образования, Регистр обучающихся, Регистр работников образования, система учета интеллектуальных документов, архив электронных документов
Социальные и имиджевые	Система интернет-сайтов, национальная система дистанционного обучения / открытого образования, образовательные ресурсы и сервисы, ИСУО и АСУ учреждений образования (в части снижения нагрузки педагогических и управленческих кадров)

Логическая архитектура РИОС представляет собой модель организации и описание основных компонентов, составляющих РИОС, механизмов их взаимодействия между собой и внешними подсистемами. Предлагаемая архитектура (рис. 4) основана на размещении основных ресурсов и сервисов в облачном хранилище, создании и использовании единой системы идентификации и аутентификации пользователей, а также на централизованной системе администрирования. Информационный обмен между компонентами РИОС осуществляется через единую систему веб-сервисов и интерфейсов (специальный API).

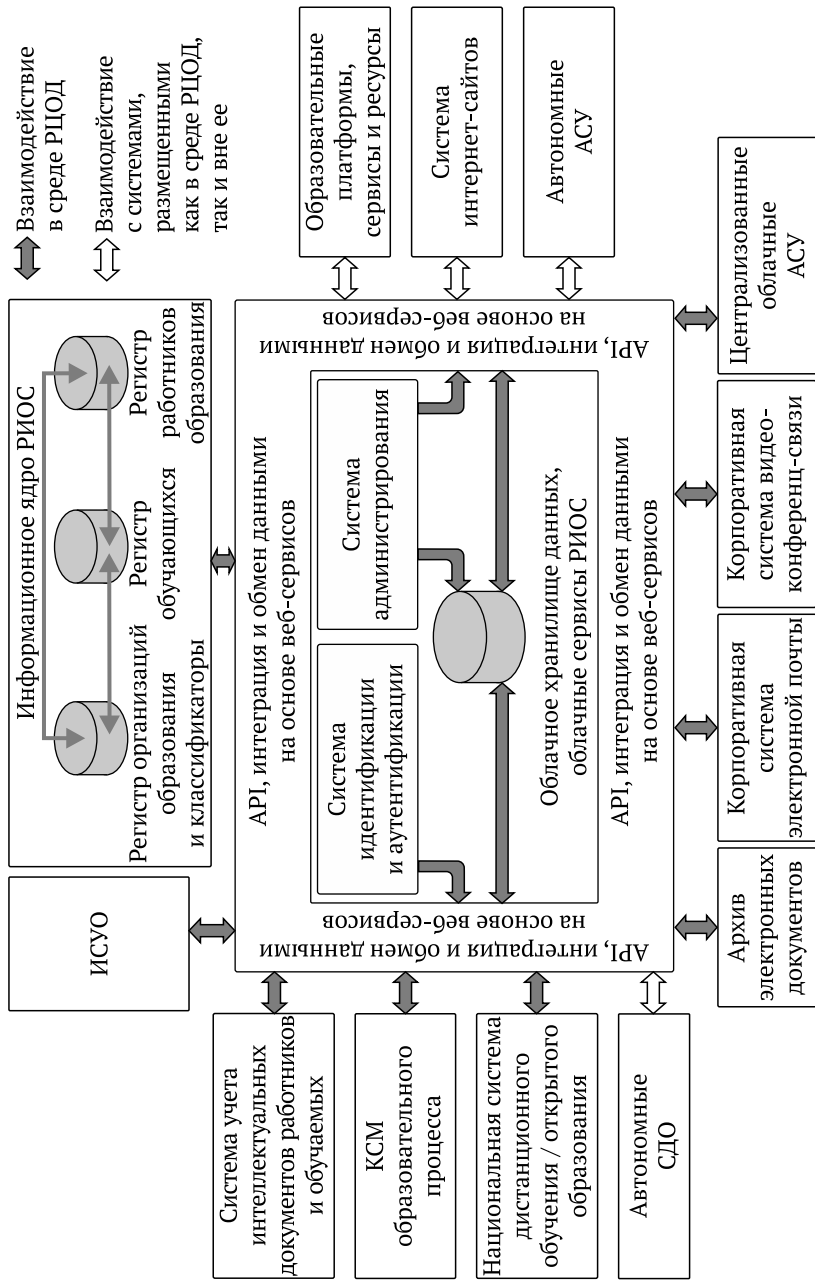


Рис. 4. Архитектура и основные компоненты РИОС

Информационное ядро РИОС составляют три регистра:

- государственная информационная система «Регистр организаций системы образования и единая система ведения справочников и классификаторов» (далее – Регистр организаций образования);
- государственная информационная система «Регистр обучающихся учреждений образования Республики Беларусь» (далее – Регистр обучающихся);
- государственная информационная система «Регистр работников системы образования Республики Беларусь» (далее – Регистр работников образования).

Регистры обеспечивают централизованное хранение и использование всеми компонентами РИОС первичных данных, поступающих от организаций системы образования.

Информационная система управления образованием – государственная информационная система, проектирование и разработка которой ведутся в рамках проекта Всемирного банка «Модернизация системы образования Республики Беларусь».

Комплексная система мониторинга образовательного процесса должна обеспечивать мониторинг условий, хода и результатов образовательного процесса, позволять оценивать качество образования с анализом динамики изменений, степень и уровень усвоения учебных программ и предоставлять аналитику от конкретного обучающегося до агрегации данных на уровне республики в целом.

Проектное решение *национальной СДО* разработано Республиканским институтом высшей школы. Эта система должна обеспечивать потребности в использовании технологий дистанционного обучения на всех уровнях образования. Наряду с национальной системой в РИОС будут функционировать существующие автономные СДО, созданные учреждениями высшего, дополнительного и других уровней образования. Роль национальной системы заключается в интеграции ресурсов этих автономных систем и реализации механизмов доступа к открытым ресурсам.

Архив электронных документов должен обеспечить возможность перехода к ведению значительной части учебной документации в электронном виде. Это, в частности, относится к многочисленным письменным работам учащихся и студентов: рефератам, эссе, докладам, курсовым работам и т. п.

Система учета интеллектуальных идентификационных документов работников и обучаемых должна обеспечивать учет перспективных документов на основе бесконтактных банковских карт и предо-

ставление данных об этих документах в АСУ учреждения образования и внешние системы. Эта система должна хранить данные о документах в регистрах обучающихся и работников образования.

Для организаций образования, деловые процессы которых в значительной степени являются унифицированными (например, для УОСО), разрабатываются *типовые комплексные АСУ*, размещаемые в облачном хранилище РИОС. Эти системы в перспективе должны стать основными поставщиками первичных данных для информационного ядра РИОС.

В организациях образования, где деловые процессы плохо унифицируются (например, в УВО), сохраняются *автономные АСУ*, в том числе имеющие собственные локальные хранилища данных. При этом они также должны обеспечивать передачу первичных данных в регистры информационного ядра.

Корпоративные системы электронной почты и видеоконференций. В организациях и органах управления образованием для коммуникационного взаимодействия должны использоваться не публичные, а только корпоративные почтовые сервисы. Могут использоваться как существующие и используемые в организациях и органах управления образованием собственные сервисы, так и централизованный почтовый сервис, который должен быть создан в РИОС. Также в РИОС должен быть разработан централизованный сервис для проведения видеоконференций, к которому при необходимости могут подключаться все организации образования. При этом допускается использование в рамках РИОС иных сервисов видео-конференц-связи, созданных в организациях образования.

Система интернет-сайтов может состоять из нескольких частей. Во-первых, это системы сайтов, создаваемые на единых платформах управления контентом и размещаемые в облачном РЦОД. На основе таких систем целесообразно создавать типовые сайты органов управления образованием, учреждений дошкольного образования (УДО), УОСО и др. На таких же платформах могут размещаться тематические образовательные ресурсы (сайты педагогов, образовательных проектов и мероприятий). Платформы, предлагающие такие услуги, должны соответствовать всем требованиям к размещению, содержанию и защите информации для официальных сайтов государственных организаций. Дополнительные требования к таким платформам, обусловленные задачами системы образования, должен формулировать и публиковать ГИАЦ. Также ГИАЦ должен проводить экспертизу

таких платформ на соответствие всем требованиям. Во-вторых, это самостоятельные интернет-сайты, интернет-порталы и системы сайтов, создаваемые крупными организациями образования, способными обеспечить их разработку и сопровождение собственными силами. К ним в том числе можно отнести центральный информационный портал системы образования.

Образовательные платформы, сервисы и ресурсы, как правило, разрабатываются на инициативной основе. Они включают в себя сервисы и ресурсы в помощь преподавателям для подготовки и проведения учебных занятий, организации управляемой самостоятельной работы обучающихся, организации и проведения контроля усвоения учебной программы, организации работы с одаренными обучающимися.

Частью физической архитектуры также является схема телекоммуникационной инфраструктуры. Могут рассматриваться два архитектурных решения этой инфраструктуры.

Первое решение предполагает взаимодействие организаций и органов управления образованием с компонентами РИОС через интернет с помощью каналов связи, соединяющих локальные сети этих организаций и органов управления с интернетом. Эти каналы обеспечиваются операторами (РУП «Белтелеком», другие операторы стационарной и мобильной связи). Фактически данная схема осуществляется сейчас. Ее главное достоинство в том, что она реализована и не требует немедленных затрат. Недостаток заключается в необходимости создания средств защиты информации (СЗИ) и управления доступом обучающихся и работников в интернет в каждом учреждении.

Альтернативой является формирование виртуальной корпоративной сети с единым шлюзом доступа во внешние сети. Достоинство такой схемы – снижение затрат на мероприятия по защите информации и управлению доступом в интернет в учреждениях образования. Недостаток – затраты на реализацию и аренду услуги. Логическим развитием этой схемы является сервис G-Sec, развиваемый РУП «Национальный центр электронных услуг». Он предполагает вынос в виртуальную среду облачного РЦОД не только сетевой инфраструктуры, но и вычислительных ресурсов пользователей.

На начальном этапе формирования РИОС можно рекомендовать оставить первую схему, поэтапно, по мере оценки целесообразности, внедряя вторую. Возможны гибридные решения, такие как создание виртуальной защищенной сети органов управления образованием наряду с доступом учреждений образования к ресурсам и сервисам РИОС через интернет.

3.5. Базовые информационные ресурсы и сервисы

3.5.1. Единая система идентификации и аутентификации пользователей

Для доступа к автоматизированным системам и ресурсам РИОС целесообразно создать единую систему аутентификации пользователей. Такая система должна удовлетворять следующим требованиям:

- наличие и использование во всех компонентах РИОС единого уникального идентификатора для каждого пользователя, обучающегося или работающего в системе образования;
- сквозная идентификация и аутентификация пользователей во всех системах (компонентах) РИОС;
- возможность взаимодействия с существующими в ряде организаций образования системами идентификации и аутентификации;
- взаимодействие единой системы с регистрами обучающихся и работников системы образования;
- интеграция с системой учета и верификации идентификационных документов (многофункциональных билетов учащихся, студенческих билетов, удостоверений работников);
- интеграция с единой системой идентификации физических и юридических лиц Республики Беларусь и Белорусской интегрированной сервисно-расчетной системой (БИСРС).

Наличие единой системы идентификации и аутентификации пользователей в первую очередь позволяет объединить в регистрах информацию об обучающихся и работниках, поступающую из различных систем и сервисов. Ее наличие также обеспечивает создание единой системы администрирования РИОС, в которой будут реализованы функции назначения прав доступа и мониторинга действий пользователей. Кроме того, упрощается доступ пользователей к различным компонентам РИОС.

Для построения единой системы аутентификации пользователей РИОС целесообразно использовать иерархический распределенный подход, основанный на взаимодействии центрального корневого сервера аутентификации РИОС с имеющимися в ряде организаций серверами аутентификации. При отсутствии собственных серверов аутентификации данные учреждения непосредственно используют центральный сервер РИОС для аутентификации и дальнейшей авторизации в компонентах РИОС.

Анализ существующих систем аутентификации в организациях образования, опыт их интеграции в международную роуминговую систему eduoam позволяют рекомендовать для создания единой системы идентификации и аутентификации пользователей РИОС использование протокола RADIUS.

Для использования в РИОС общереспубликанских подходов к реализации процессов идентификации, аутентификации и дальнейшей авторизации пользователей в перспективе предпочтительно применение сервисов создаваемой в настоящее время в Республике Беларусь Единой системы идентификации физических и юридических лиц (ЕС ИФЮЛ), а также интеграция с БИСРС.

Для РИОС это позволит значительно снизить затраты на развитие собственных подсистем авторизации с использованием различных технологий (логин и пароль, электронная цифровая подпись (ЭЦП)), интеллектуальные идентификационные документы и т. п.). Для пользователя сокращается число процедур регистрации в интересующих его информационных системах, упрощается использование этих процедур за счет применения одного механизма аутентификации с использованием одного набора личных реквизитов (логин и пароль) или одного устройства идентификации (ЭЦП, интеллектуальный идентификационный документ) пользователя.

3.5.2. Единая система ведения справочников и классификаторов

В качестве справочников и классификаторов РИОС могут использоваться:

- общегосударственные классификаторы;
- локальные справочники и классификаторы РИОС.

Общегосударственные классификаторы Республики Беларусь применяются при создании государственных информационных систем и государственных информационных ресурсов, а также при межведомственном информационном взаимодействии. Их использование позволяет обеспечить систематизацию и группирование информации в государственных информационных системах, дает возможность обеспечить сопоставимость информации на международном, межгосударственном и национальном уровнях, способствует созданию единого информационного пространства органов управления республики.

Перечень и содержание локальных справочников и классификаторов определяются исходя из потребностей системы образования с учетом существующей нормативно-правовой базы.

Наполнение и дальнейшее ведение справочников и классификаторов осуществляется через соответствующие функции администрирования Регистра организаций образования. В процессе планируемой модернизации данного Регистра необходимо: проанализировать существующие и перспективные потребности основных компонентов РИОС (в первую очередь других регистров и республиканских информационно-аналитических систем) в использовании справочников и классификаторов; выделить общегосударственные классификаторы, исключив их дублирование локальными; обеспечить всем компонентам РИОС механизмы доступа к единой системе ведения справочников и классификаторов через веб-сервисы.

При модернизации существующих и разработке новых компонентов РИОС должно быть исключено использование собственных справочников и классификаторов, аналоги которых есть в единой системе.

3.5.3. Информационное ядро республиканской информационно-образовательной среды

Составляющие информационное ядро РИОС регистры организаций образования, обучающихся и работников образования выполняют функции сбора, централизованного хранения и использования всеми компонентами РИОС первичных данных, поступающих от организаций системы образования.

Основным источником первичных данных для регистров должны стать АСУ учреждений образования. Для этого регистры должны иметь необходимые интерфейсы взаимодействия, а для АСУ должны быть выработаны требования по подключению к этим интерфейсам.

Необходимо также предусмотреть возможность ввода данных в регистры через веб-интерфейс в тех случаях, когда АСУ в организации образования нет или она не интегрирована с информационным ядром РИОС.

Регистр организаций образования содержит информацию об организациях системы образования, а также включает в себя справочники и классификаторы, используемые всеми компонентами РИОС. Он обеспечивает ведение справочников и классификаторов,

автоматизацию процессов сбора, верификации, хранения, обработки и первичного анализа данных об организациях системы образования. Регистр должен иметь интерфейсы взаимодействия с другими компонентами РИОС.

Регистр работников образования содержит информацию о лицах, работающих в организациях системы образования Республики Беларусь. Он использует справочники и классификаторы, учетные записи организаций образования из Регистра организаций образования. Регистр работников образования обеспечивает автоматизацию процессов сбора, верификации, хранения, обработки и первичного анализа данных о работниках системы образования. Регистр должен иметь интерфейсы взаимодействия с другими компонентами РИОС.

Регистр обучающихся содержит информацию о лицах, обучающихся в учреждениях образования Республики Беларусь, в том числе об иностранных гражданах. Регистр использует справочники и классификаторы, учетные записи организаций образования из Регистра организаций образования. Регистр обучающихся обеспечивает автоматизацию процессов сбора, верификации, хранения, обработки и первичного анализа данных о воспитанниках УДО, лицах, обучающихся в учреждениях специального, профессионально-технического, среднего специального, высшего и дополнительного образования. После модернизации Регистр обучающихся должен включить в себя все необходимые данные и инструменты, которые в настоящее время используются в разнородных информационных системах (банк данных о детях-сиротах и детях, оставшихся без попечения родителей, банк данных о детях с особенностями психофизического развития и др.).

В Регистре обучающихся должны быть предусмотрены инструменты для автоматизации процесса учета детей, подлежащих обучению на уровне общего среднего образования, позволяющие снизить нагрузку на УОСО, которые за это отвечают.

Информационное ядро РИОС, включающее три регистра, является основным источником первичных данных для ИСУО и КСМ образовательного процесса. На основе первичных данных информационного ядра формируется государственная и ведомственная статистическая отчетность, ведется учет организаций работников образования, обучающихся, осуществляется аналитическая работа.

Взаимодействие информационного ядра РИОС с информационными системами иных ведомств должно осуществляться посредством интерфейсов, предоставляемых ОАИС.

3.5.4. Информационная система управления образованием

Целью создания ИСУО является повышение эффективности стратегического и оперативного управления системой образования Республики Беларусь путем обеспечения пользователей системы актуальными достоверными данными и аналитическими инструментами, позволяющими принимать обоснованные управленческие решения.

Информационная система управления образованием решает следующие задачи:

- мониторинг сроков поступления и полноты, верификация и корректировка первичных данных, поступающих от организаций образования в информационное ядро РИОС, загрузка исторических данных из внешних источников;

- агрегация и анализ статистических показателей с возможностью формирования разрезов по уровням образования, типам и видам учреждений образования, по территории (район, область, республика), типу населенного пункта, формам собственности, подчиненности и др.;

- формирование регламентированных и нерегламентированных отчетов для отображения выходных данных, автоматизированное формирование отчетов, витрин данных для руководителей (справочно-аналитические материалы, оперативные сводки и др.);

- приведение наборов статистических данных и получаемых показателей к общепринятым международным практикам;

- прогнозирование показателей развития системы образования на основе методов выявления тенденций, экономико-математических и эконометрических методов и др.

Информационная система управления образованием для выполнения своих функций получает первичные данные из регистров, составляющих информационное ядро РИОС, а также из внешних источников.

На первом этапе ИСУО должна обеспечить создание форм государственной и ведомственной статистической отчетности, а также поддержку процессов принятия управленческих решений на уровне общего среднего образования. В дальнейшем предусматривается масштабирование ИСУО на все уровни образования.

3.5.5. Комплексная система мониторинга образовательного процесса

Комплексная система мониторинга образовательного процесса предназначена для автоматизации сбора, хранения и обработки данных об образовательном процессе и о результатах образователь-

ной деятельности в учреждениях образования Республики Беларусь на всех уровнях системы образования.

Основное внимание в КСМ должно уделяться учреждениям, обеспечивающим получение общего среднего образования. Это обусловлено обязательным характером общего среднего образования, наивысшим уровнем стандартизации условий организации и проведения образовательного процесса.

Основными целями создания КСМ являются:

- повышение качества образования за счет его индивидуализации, использования образовательных онлайн-сервисов и информационных ресурсов;
- обеспечение прозрачности образовательного процесса, повышение объективности оценки обучающихся;
- поддержка принятия управленческих решений по совершенствованию образовательного процесса объективными и статистически значимыми данными;
- повышение эффективности управления в сфере образования за счет внедрения современных цифровых аналитических инструментов.

Проектирование, разработка и внедрение КСМ являются продолжением и расширением комплекса работ по созданию и внедрению ИСУО.

Так же как и ИСУО, КСМ является информационно-аналитической надстройкой над информационным ядром РИОС. С помощью КСМ аналитика условий организации образовательного процесса, доступная также и в ИСУО, дополняется аналитикой хода образовательного процесса, его количественных и качественных показателей.

Для разработки аналитических инструментов КСМ, инструментов прогнозирования и поддержки принятия управленческих решений целесообразно использовать ту аналитическую платформу и сопутствующие технологические решения, которые будут выбраны при разработке ИСУО. Это позволит существенно снизить затраты (на этапе разработки, при сопровождении и внедрении, при обучении пользователей), повысить эффективность аналитической работы за счет корреляции различных данных.

В КСМ должна быть предусмотрена подсистема мониторинга программ дополнительного образования, которые реализуют учреждения образования всех видов и уровней, в том числе негосударственные. Подсистема должна включать механизмы мониторинга результатов реализации этих программ, предоставлять инструменты для анализа и планирования профессионального образования по всем направлениям и для всех возрастных категорий граждан.

При проектировании, разработке и внедрении КСМ должна быть обеспечена интеграция КСМ с другими компонентами РИОС внешними информационными системами, а также сохранность информации и ее защита от несанкционированного доступа.

3.5.6. Комплексные автоматизированные системы управления организаций образования

Комплексная АСУ организации образования – это информационная система, построенная на облачных мобильных и веб-технологиях, предназначенная для автоматизации основных процессов организации образования.

В рамках создания, внедрения и развития РИОС типовые комплексные АСУ должны быть разработаны для УДО, УОСО, учреждений профессионально-технического образования (УПТО), учреждений среднего специального образования (УССО), учреждений дополнительного образования детей и молодежи, региональных институтов развития образования, региональных органов управления образованием.

Для УВО и учреждений дополнительного образования взрослых разработка типовых комплексных АСУ нецелесообразна. Каждое такое учреждение задачи автоматизации своей деятельности решает самостоятельно, с учетом особенностей организации образовательного процесса. Уникальным с точки зрения необходимости разработки нетиповой АСУ является также Национальный детский технопарк, реализующий программы дополнительного образования одаренных детей и молодежи, которое создается в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 12 апреля 2019 г. № 145. В частности, должно быть обеспечено информационное взаимодействие этого учреждения образования с УОСО и УВО.

Типовые комплексные АСУ разрабатываются и внедряются в учреждения образования белорусскими IT-компаниями на инициативной основе. Требования к типовым комплексным АСУ должны выработываться и публиковаться ГИАЦ.

3.5.7. Образовательные информационные ресурсы и сервисы

Образовательные онлайн-ресурсы и информационные сервисы используются в следующих основных направлениях:

- подготовка педагогов к учебным занятиям;
- проведение основных и дополнительных учебных занятий;

- самостоятельная работа обучающихся;
- проведение учебных и развивающих онлайн-соревнований;
- проведение внешних проверочных работ.

Образовательные онлайн-сервисы и информационные ресурсы РИОС должны удовлетворять следующим требованиям:

- образовательные сервисы и ресурсы для учреждений образования одного уровня целесообразно разрабатывать в рамках единого комплекса (цифровой платформы онлайн-обучения), с общими интерфейсными подходами и решениями;

- в основе цифровых платформ онлайн-обучения должны лежать облачные технологии хранения цифрового контента и результатов работы обучающихся, мобильные и веб-технологии интерактивного взаимодействия обучающегося с образовательными сервисами и ресурсами;

- в цифровых платформах онлайн-обучения должен быть реализован режим управления электронным контентом на устройствах обучающихся во время групповых занятий в компьютерных классах или с комплектами мобильных устройств;

- облачное хранилище, содержащее результаты учебной работы воспитанников УДО, с помощью специального API должно быть интегрировано с республиканской КСМ образовательного процесса.

Для педагогов в комплексах образовательных сервисов и ресурсов должны быть реализованы следующие возможности:

- предварительный отбор электронного контента для учебного занятия (объединение его во временный, но логически и методически завершенный продукт);

- ведение собственного каталога подборок электронного контента для последующего многократного использования;

- пополнение электронного контента платформы собственными заданиями и иными материалами (при подтверждении статуса «опытный учитель РИОС»);

- подготовка на основе электронного контента печатных раздаточных материалов;

- назначение индивидуальных и групповых интерактивных заданий как для работы на занятии в учреждении, так и для самостоятельной работы обучающегося дома (цифровые домашние задания);

- подготовка и проведение тематического, обобщающего онлайн-контроля, в том числе с предварительной возможностью онлайн-подготовки к такому контролю;

- просмотр и анализ результатов работы обучающихся с онлайн-сервисами, получение индивидуальных и групповых карт пробелов в знаниях;

– формирование содержания учебных онлайн-соревнований, проведение соревнований в своих классах и между классами.

Для обучающихся в комплексах образовательных сервисов и ресурсов должны быть реализованы следующие возможности:

– выполнение заданий, подготовленных и назначенных педагогом (заданий на уроке, цифровых домашних заданий, проверочных онлайн-работ);

– получение при выполнении заданий необходимого справочного теоретического материала;

– самостоятельная работа с онлайн-курсами, прохождение их в удобном индивидуальном режиме;

– прохождение независимого тестирования знаний по предметной области;

– хранение всех заданий, выполненных с ошибками, для их повторного выполнения (работа над ошибками);

– планирование собственных учебных достижений (что и к какому сроку желательно освоить), просмотр результатов обучения, в том числе и агрегированных с помощью Единого кодификатора школьных знаний;

– прохождение заданий в рамках учебных, развивающих, познавательных онлайн-соревнований.

Комплексы образовательных сервисов и ресурсов для общего среднего образования должны иметь функционал для родителей:

– оперативное информирование о возникающих проблемах (SMS, e-mail, специальное мобильное приложение);

– просмотр результатов обучения ребенка по модели «от обобщенных оценок по запросу к детальным результатам».

Для администрации УОСО, УПТО, УССО платформы онлайн-обучения должны иметь следующий функционал:

– формирование и назначение проверочных онлайн-работ конкретным группам обучающихся (всем в параллели, только выбранному классу, группе обучающихся, отобранных по произвольному принципу);

– просмотр и анализ индивидуальных и групповых результатов усвоения пройденного учебного материала, иных показателей онлайн-обучения, в том числе анализ усвоения на основе Единого кодификатора школьных знаний.

Облачные хранилища всех платформ онлайн-обучения, а также отдельных комплектов образовательных онлайн-сервисов, содержащие результаты учебной работы обучающихся, с помощью специ-

ального API должны быть интегрированы с КСМ образовательного процесса.

Комплексы образовательных онлайн-сервисов и информационных ресурсов разрабатываются и внедряются в учреждения образования белорусскими IT-компаниями на инициативной основе. Требования к ним вырабатываются и публикуются ГИАЦ.

Комплексы образовательных онлайн-сервисов и информационных ресурсов размещаются в РИОС и подключаются к информационному ядру после прохождения соответствующей экспертизы, порядок и условия проведения которой должны быть определены и утверждены Министерством образования. Целесообразно организацию экспертизы технических решений, в соответствии с существующей практикой, возложить на ГИАЦ, а педагогическую экспертизу – на профильные учреждения (Национальный институт образования, Республиканский институт профессионального образования, Республиканский институт высшей школы).

Приобретение лицензий на доступ к образовательным онлайн-сервисам и информационным ресурсам, заключение договоров на их сопровождение осуществляются непосредственно администрацией учреждения образования или вышестоящей организацией (районным отделом образования) в рамках предусмотренного бюджетного финансирования.

Комплексы образовательных онлайн-сервисов и информационных ресурсов целесообразно размещать в облачном хранилище РИОС. Их системное администрирование, техническое и методическое сопровождение обеспечивают компании-разработчики.

Администрация РИОС должна отслеживать имеющиеся образовательные онлайн-сервисы и информационные ресурсы, должным образом адаптированные для использования, и стимулировать независимых разработчиков к созданию того электронного контента, которого не хватает в РИОС (например, периодической публикацией требований к недостающему контенту).

3.5.8. Применение систем дистанционного обучения

Системы дистанционного обучения наиболее эффективны в тех случаях, когда в образовательном процессе основной упор делается на самостоятельную работу обучающегося. Их целесообразно применять:

- для поддержки образовательного процесса в УВО;
- поддержки преподавания специальных дисциплин профессионально-технического и среднего специального образования;

- сопровождения надомного обучения;
- повышения квалификации в региональных институтах развития образования.

Для надомного обучения детей школьного возраста наиболее целесообразным представляется использование цифровых платформ онлайн-обучения, которые должны быть дополнены для этого специальными инструментами, присущими классическим СДО.

Для профессионально-технического, среднего специального, высшего и дополнительного образования наиболее целесообразным представляется использование СДО Moodle, которая является бесплатной системой с открытыми кодами. Ее базовый функционал, который постоянно развивается и модернизируется, вполне достаточен для организации различных моделей дистанционного обучения.

Для системы профессионально-технического и среднего специального образования целесообразно развернуть на базе Республиканского института профессионального образования единую для всех учреждений СДО, которая будет объединять все онлайн-курсы и иные электронные материалы для профессионально-технического и среднего специального образования.

Учитывая возможности по экспорту/импорту имеющихся в системе учебных курсов, а также для простоты администрирования целесообразно разворачивать СДО Moodle в каждом региональном институте развития образования отдельно.

Возможности экспорта/импорта позволят обеспечить простой перенос наиболее интересных учебных онлайн-курсов из СДО одного региона в СДО другого. На Республиканском портале системы образования целесообразно предусмотреть размещение каталога учебных онлайн-курсов всех региональных институтов развития образования.

УВО, учреждения дополнительного образования взрослых (за исключением региональных институтов развития образования) выбор СДО, условия ее размещения, сопровождения и использования осуществляют самостоятельно.

3.5.9. Сервисы и ресурсы для высшего и дополнительного образования

Электронная библиотека. Роль электронных библиотек в условиях цифровой трансформации образования и нацеленности на инновационную политику в области образования, как и других информа-

ционно-технических средств, достаточно велика. Все обучающиеся и преподаватели должны быть обеспечены доступом к электронной библиотеке, которая содержит учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным изучаемым дисциплинам, различную учебную, учебно-методическую, научную литературу, периодические издания. Целесообразно продолжить работу по созданию единого информационного пространства электронных библиотек УВО. Кроме собственных электронных библиотек, активно используется доступ к базам данных реферативных и полнотекстовых научных изданий. Целесообразно вернуться к рассмотрению вопроса о централизованной закупке подписок на ведущие мировые базы данных научных изданий.

Система дистанционного обучения. Фактически дистанционные технологии внедряются на всех формах обучения. Целесообразным является объединение ресурсов СДО УВО в систему на платформе национальной СДО с дальнейшей трансформацией последней в портал открытого образования. В последнее время эти системы стыкуются с системами корпоративной видео-конференц-связи, что позволяет организовать чтение лекций и проведение семинаров в режиме онлайн.

Система антиплагиата. Практически все УВО осуществляют проверку письменных работ студентов, магистрантов и аспирантов с помощью одной из систем антиплагиата. В настоящее время наиболее популярна подписка на российскую разработку antiplagiat.ru. Помимо поиска по белорусским ресурсам, она предоставляет УВО возможность создания собственных репозиториев работ студентов и контроль новых работ на заимствование из ранее проверявшихся работ в системе.

Мировые системы открытого образования. С целью повысить качество и снизить себестоимость образовательного процесса целесообразно интегрировать в него курсы, предоставляемые системами открытого образования. Это целесообразно не только для высшего образования, но и для дополнительного образования взрослых, детей и молодежи. Разработка моделей такой интеграции, обеспечивающая их совместимость с компонентами РИОС, потребует проведения специальных научных исследований.

Кроме перечисленных, различные УВО используют разнообразные образовательные цифровые ресурсы и сервисы, такие как системы тестирования, цифровые виртуальные лаборатории, электронные учебники, специализированные сайты, автоматизированные системы проверки заданий и др.

3.6. Техническая инфраструктура

3.6.1. Обеспечение централизованной обработки данных

Централизованная обработка данных в РИОС обеспечивается путем размещения основных компонентов РИОС на облачной платформе РЦОД. В зависимости от рекомендаций государственного регулятора в качестве такой платформы может быть выбрана площадка СООО «Белорусские облачные технологии» или НЦЭУ.

На облачной платформе должны размещаться следующие компоненты РИОС:

- информационное ядро РИОС (Регистр организаций образования и классификаторы, Регистр обучающихся, Регистр работников образования);
- корневой сервер системы идентификации и аутентификации РИОС;
- система администрирования РИОС;
- ИСУО;
- КСМ образовательного процесса;
- национальная система дистанционного обучения / открытого образования;
- архив электронных документов;
- центральные сервера корпоративной системы электронной почты;
- серверы корпоративной системы видео-конференц-связи;
- централизованные облачные АСУ;
- основная часть системы интернет-сайтов РИОС (за исключением отдельных созданных ранее существующих сайтов);
- размещаемые на облачной платформе образовательные онлайн-сервисы (за исключением отдельно созданных ранее сервисов).

Для централизованного хранения и обработки данных в РИОС могут использоваться облачные сервисы. Представим их.

«Инфраструктура как услуга» (Infrastructure as a Service, IaaS). Данная модель обслуживания предоставляет потребителям, размещающим в РЦОД компоненты РИОС, основные технические и программные ресурсы – виртуальные серверы с заданной вычислительной мощностью, операционную систему, доступ к виртуальной сети и защищенный доступ во внешние сети. Потребитель услуги IaaS предоставляет доступ конечным пользователям к размещенному

им компоненту РИОС с использованием системы идентификации и аутентификации РИОС.

Модель обслуживания *«программное обеспечение как услуга»* (*Software as a Service, SaaS*) позволяет арендовать в РЦОД готовое прикладное программное обеспечение, которое обслуживается оператором этого центра. При использовании SaaS РЦОД, публикуя приложение, имеет возможность простой модернизации и обновления сервисов и программных продуктов незаметно для клиентов. Кроме того, при использовании такой модели вопросы лицензирования программного обеспечения и защиты информации решаются оператором облачного сервиса.

Для минимизации затрат на создание и обслуживание клиентских мест РИОС целесообразно использовать облачную платформу НЦЭУ по предоставлению виртуальных рабочих мест и комплексные сервисы информационной безопасности (далее – платформа G-Sec). Данная платформа реализует модель облачных вычислений *«рабочее место как сервис»* (*Desktop as a Service, DaaS*).

На концептуальном уровне платформа G-Sec обеспечивает использование облачной архитектуры виртуальных рабочих столов (VDI), что означает представление потребителям типовых наборов общесистемного и прикладного программного обеспечения, включая сертифицированные средства антивирусной защиты и шифрования информации, передаваемой по каналам передачи данных. В этой схеме рабочие места пользователей функционируют по технологии *«тонких клиентов»*. Переход от приобретения субъектами РИОС аппаратных устройств (серверное оборудование, средства телекоммуникации и т. д.) на масштабируемые программные средства (в том числе и средства защиты информации) позволит существенно повысить уровень и качество функционирования этих средств, исключит необходимость наличия специализированных серверных помещений, систем кондиционирования и обеспечения бесперебойного питания, систем резервирования, а также высококвалифицированных штатных специалистов.

Наряду с использованием РЦОД в крупных организациях образования будут сохраняться и развиваться собственные ЦОД, ориентированные на решение ограниченного круга задач: хранение и обработка ресурсов, доступных и используемых только в локальных сетях этих организаций, а также разработка, отладка и тестирование новых приложений. Вместе с тем и в этом случае может оказаться целесообразным использование облачного сервиса РЦОД для удаленного создания и хранения резервных копий.

3.6.2. Телекоммуникационная инфраструктура

Телекоммуникационная инфраструктура РИОС включает в себя:

- локальные сети организаций системы образования, развернутые в пределах одного здания;
- коммуникации, объединяющие локальные сети территориально разнесенных корпусов организаций образования в корпоративную сеть;
- коммуникации, соединяющие сеть организации образования с удаленными филиалами;
- сетевые локальные инфраструктуры серверных платформ, на которых располагаются компоненты РИОС;
- каналы связи, обеспечивающие доступ организаций во внешние сети и сети Интернет.

Телекоммуникационная инфраструктура РИОС строится на основе технологий проводных, оптоволоконных и беспроводных сетей. Она является мультисервисной, обеспечивая одновременную передачу данных, голоса (IP-телефония) и видеoinформации (мультимедиа, видео-конференц-связь, корпоративное телевидение, видеонаблюдение и т. п.). Принципиальная схема телекоммуникационной инфраструктуры РИОС приведена на рис. 5.

Для объединения территориально разнесенных корпусов крупных организаций образования традиционно используется собственная оптоволоконная опорная сеть. Тенденция к использованию подобных коммуникаций в пределах одного населенного пункта сохранится и в ближайшем будущем.

Для соединения сетей организаций с удаленными филиалами целесообразно использовать каналы, арендуемые у провайдеров. Пропускная способность этих каналов определяется исходя из информационных потоков между центральным офисом и филиалами.

При создании РИОС могут использоваться различные возможности проводной и беспроводной связи, включая услуги мобильных операторов, для обеспечения требуемой скорости подключения или к интернету, или – с использованием технологии виртуальных частных сетей – к коммуникационному узлу, создаваемому в инфраструктуре РЦОД. Целесообразность использования того или иного решения определяется исходя из экономической целесообразности и возможностей подключения, предоставляемых операторами связи. Преимущества и возможные недостатки использования перспективной схемы целесообразно оценить на основе пилотного проекта.

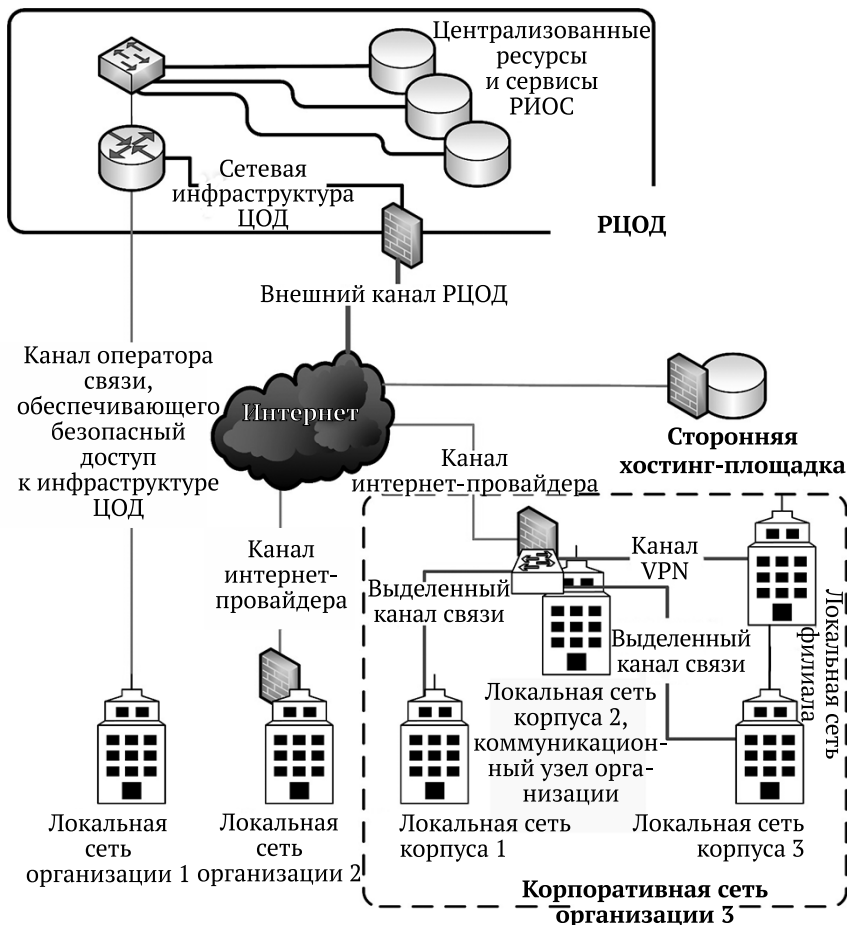


Рис. 5. Принципиальная схема сетевой инфраструктуры РИОС

Требования к скорости доступа в интернет учреждений образования вторичны. Объективным параметром является средняя скорость доступа на рабочих местах на протяжении трех-четырех часов в период максимальной загрузки.

В рамках создания и развития РИОС необходимо выполнить анализ состояния локальных сетей учреждений образования. По результатам этого анализа целесообразно разработать типовые проектные решения для УДО, УОСО, УПТО, УССО. Вместе с этими проектными

решениями должны быть разработаны инструктивные материалы по использованию данных сетей, а также типовые политики безопасности.

Создание и развитие локальных сетей УВО и учреждений дополнительного образования должны выполняться самостоятельно. Основным требованием, предъявляемым к этим сетям, является обеспечение доступа их пользователей к ресурсам и сервисам РИОС.

3.6.3. Беспроводные технологии в учреждениях образования

Наиболее широкое применение беспроводные сети нашли в УВО. В этих учреждениях активно реализуется стратегия вовлечения в образовательный процесс личных устройств студентов и преподавателей. Фактически вместо наращивания числа компьютерных классов создаются условия для подключения в сеть учреждения личных мобильных устройств: ноутбуков, планшетов, смартфонов – благодаря обеспечиванию устойчивой Wi-Fi-связи в аудиториях, лабораториях, компьютерных классах. Wi-Fi-сети ведущих УВО включаются в международную сеть роуминговой аутентификации eduroam. Это позволяет работникам и обучающимся данных учреждений входить со своими реквизитами в сети практически всех ведущих мировых университетов. В свою очередь, студенты и преподаватели зарубежных университетов получают доступ в интернет, подключаясь к Wi-Fi-сетям в белорусских УВО.

В УОСО, УПТО и УССО использование технологии Wi-Fi не столь очевидно. Необходимо дополнительно исследовать целесообразность и эффективность использования на занятиях обучающимися в этих учреждениях образования сетевых мобильных устройств. Следует иметь в виду, что места размещения и излучаемый уровень сигнала точек доступа Wi-Fi в учреждениях образования должны соответствовать установленным санитарным нормам и правилам, которые, в частности, запрещают установку точек доступа в помещениях, где находятся дети. В связи с этим целесообразно реализовать пилотные проекты по проектированию и строительству Wi-Fi-сетей в УОСО, УПТО и УССО, по результатам которых будет принято решение об использовании беспроводных технологий Wi-Fi в этих учреждениях образования.

По мере развития технологий 3G, 4G, 5G и снижения стоимости мобильного доступа он становится реальной альтернативой развер-

тиванию Wi-Fi-сетей в учреждениях образования. Целесообразно рассмотреть совместно с операторами беспроводных мобильных сетей вопрос о создании отдельных тарифов доступа к ресурсам и сервисам РИОС для участников образовательного процесса.

3.7. Интеграция компонентов

3.7.1. Взаимодействие регистров в рамках информационного ядра

Организация информационного взаимодействия между единой системой справочников и классификаторов, регистрами организаций образования, работников образования и обучающихся является ключевой задачей при создании РИОС. Такое взаимодействие позволяет обеспечить:

- целостность информационного ядра, исключающую дублирование данных, облегчающую контроль за своевременностью, полнотой и достоверностью поступающих данных;
- возможность поставлять комплексные пакеты данных нескольких компонентов (регистров) из информационного ядра в другие компоненты РИОС и внешние системы;
- возможность принимать комплексные пакеты данных из других компонентов РИОС и согласованно распределять данные по регистрам, для которых они предназначены.

Выделим в информационном ядре виды основных информационных объектов, участвующих во взаимодействии.

Классификатор. Каждый классификатор имеет уникальный идентификатор и название, содержит фиксированное число значений (например, перечень квалификационных категорий).

Справочник. Каждый справочник имеет уникальный идентификатор и название, содержит заранее не ограниченное число элементов (например, справочник населенных пунктов).

Организации образования. Каждая организация в соответствующем регистре имеет уникальный идентификатор и набор связанных данных. По уникальному идентификатору организации происходит взаимодействие между регистрами: Регистром организаций образования и иными компонентами РИОС, Регистром организаций образования и внешними системами.

Работники образования. Каждый работник образования в соответствующем регистре имеет уникальный идентификатор и набор

связанных данных. По уникальному идентификатору работника происходит взаимодействие как между регистрами, так и между Регистром работников образования с иными компонентами РИОС и внешними системами.

Обучающиеся. Каждый обучающийся в соответствующем регистре имеет уникальный идентификатор и набор связанных данных. По уникальному идентификатору обучающегося происходит взаимодействие как между регистрами, так и между Регистром обучающихся с иными компонентами РИОС и внешними системами.

Ключевыми сущностями информационного взаимодействия в рамках ядра являются факты, связывающие организации образования с одной стороны, работников образования и обучающихся – с другой. Структурно эти факты могут быть достаточно сложными, поэтому особое значение имеет согласованное проектирование и реализация информационных объектов и фактов их взаимодействия в рамках всех трех регистров и единой системы справочников и классификаторов.

3.7.2. Взаимодействие информационного ядра и информационной системы управления образованием

В состав ИСУО должна войти подсистема взаимодействия с информационными системами. Ее назначение – интеграция с другими компонентами РИОС на основе обмена данными по запросу одной из систем, периодически по заданному регламенту или по запросу пользователя. Это позволит обеспечить пользователей ИСУО набором инструментов для контроля и выполнения операций при использовании данных информационного ядра, загрузке данных из внешних источников, а также для обеспечения передачи данных в рамках внутриведомственного и межведомственного взаимодействия.

Подсистема интеграции ИСУО должна обеспечивать следующие основные виды взаимодействия с информационным ядром РИОС:

- прием запросов от регистров, обработка полученных запросов и предоставление ответов на запросы;
- передача запросов в регистры и обработка полученных ответов.

Подсистема интеграции ИСУО должна обеспечивать ведение журналов учета поступивших и обработанных запросов, отправленных запросов и полученных ответов внешних систем.

Подсистема интеграции должна поддерживать синхронный/асинхронный режим обработки запросов и корректную отработку отказов при обработке запросов.

В подсистеме интеграции ИСУО должно быть реализовано два типа API:

1) API взаимодействия подсистемы с внешней системой, где инициатором соединения/вызова является внешняя система;

2) API взаимодействия между ИСУО и внешней системой, где инициатором соединения является подсистема интеграции ИСУО (именно этот тип API является основным для информационного взаимодействия ИСУО и информационного ядра).

3.7.3. Взаимодействие информационного ядра и автоматизированных систем управления

Между информационным ядром РИОС и комплексными АСУ организаций образования должно быть налажено информационное взаимодействие по направлениям, представленным далее.

Синхронизация основных информационных объектов. С помощью специального API должна быть обеспечена синхронизация учетных записей организаций и работников образования, обучающихся в регистрах и комплексных АСУ.

Получение из информационного ядра базовых данных. Когда будет обеспечена интеграция РИОС и соответствующих общегосударственных систем, ядро РИОС сможет предоставлять базовые данные о физических и юридических лицах комплексным АСУ организаций образования. Целесообразным представляется механизм, по которому периодически, по расписанию и в фоновом режиме, будет происходить синхронизация базовых данных в ядре РИОС и в облачном хранилище АСУ.

Передача в информационное ядро основных данных. К основным относятся все те данные (кроме базовых), которые находятся в облачном хранилище АСУ организаций образования и являются результатом автоматизации деловых процессов. Целесообразным представляется механизм, по которому периодически, по расписанию и в фоновом режиме, будет происходить синхронизация основных данных в облачном хранилище АСУ и в ядре РИОС.

Использование единой системы ведения справочников и классификаторов. В комплексных АСУ должны быть реализованы механизмы использования справочников и классификаторов из ядра РИОС.

Проектирование и разработку комплексных АСУ для учреждений образования необходимо вести согласованно с созданием информационного ядра РИОС. Государственный информационно-аналитический центр должен обеспечить независимых разработчиков комплексных АСУ своевременной и полной информацией об информационном ядре РИОС, соответствующими API, которые помогут обеспечить полноценное информационное взаимодействие.

3.7.4. Взаимодействие информационного ядра, комплексной системы мониторинга и образовательных онлайн-сервисов

Так же как и ИСУО, КСМ является информационно-аналитической надстройкой над информационным ядром РИОС. С ее помощью анализ условий организации образовательного процесса, доступный также и в ИСУО, дополняется анализом хода образовательного процесса, его количественных и качественных показателей.

Соответственно, для КСМ используются те же механизмы взаимодействия с информационным ядром, которые предусматриваются для ИСУО.

Для КСМ также должно быть предусмотрено собственное облачное хранилище, содержащее сведения о ходе и результатах образовательного процесса. Это хранилище является расширением информационного ядра РИОС. Все основные информационные объекты, которые нужны для работы КСМ (учреждения образования, работники образования и обучающиеся), будут браться из информационного ядра. Для этих объектов под информационно-аналитические потребности пользователей КСМ в облачном хранилище РИОС должны быть реализованы дополнительные информационные структуры, в которых будут храниться сведения о ходе и результатах образовательного процесса.

Заполняться и обновляться данные сведения могут двумя способами:

- за счет действия собственных инструментов КСМ (например, за счет выполнения обучающимися общереспубликанских или региональных проверочных работ, предусмотренных в КСМ);
- за счет сведений, получаемых от цифровых платформ онлайн-обучения, образовательных онлайн-сервисов.

Для синхронизации сведений, находящихся в облачных хранилищах образовательных платформ и сервисов, и сведений в расши-

ренном информационном ядре будут использоваться те же механизмы, что и для комплексных АСУ:

- синхронизация основных информационных объектов;
- получение из информационного ядра базовых данных;
- передача в информационное ядро основных данных;
- использование единой системы справочников и классификаторов.

Независимым разработчикам образовательных платформ и сервисов ГИАЦ должны быть предоставлены все необходимые сведения, интерфейсы и механизмы для обеспечения полноценного информационного взаимодействия с другими компонентами РИОС.

3.7.5. Взаимодействие автоматизированных систем управления и образовательных онлайн-сервисов

Интеграция комплексных АСУ и образовательных платформ и сервисов с информационным ядром РИОС в значительной степени облегчит их использование в каждом конкретном учреждении образования, обеспечит синхронизацию всех учетных записей, использование единой системы справочников и классификаторов, единой системы аутентификации.

Однако максимальный управленческий и образовательный эффект будет получен в случае, если комплексные АСУ учреждений образования и образовательные онлайн-сервисы будут интегрированы между собой. Такая интеграция:

- позволит проводить многофакторный анализ образовательного процесса, учитывая сведения из двух информационных систем;
- обеспечит обучающимся и их родителям возможность лучше понимать причины количественных результатов обучения (успеваемость) за счет ее корреляции с качественными результатами;
- создаст условия для полноценной индивидуализации образовательного процесса, в которой будут учитываться социально-психологические сведения об обучающемся, календарно-тематическое планирование, качественные результаты усвоения учебной программы.

Интеграция комплексных АСУ (например, модулей «электронный журнал» и «электронный дневник») и образовательных онлайн-сервисов позволит реализовывать новые модели обучения, станет

основой для цифровой трансформации образовательного процесса. Например, такими новыми моделями станут:

- умное цифровое домашнее задание, которое будет подстраиваться под текущие результаты усвоения обучающимся прошлого учебного материала;

- умный электронный дневник, который позволит объяснить причины плохих отметок и поможет их исправить, автоматически подбирая нужный цифровой контент в образовательном сервисе.

Комплексные АСУ учреждений образования и образовательные онлайн-сервисы разрабатываются белорусскими IT-компаниями на инициативной основе. В связи с этим очень важной будет роль ГИАЦ как координатора таких разработок. Главные механизмы координации – это своевременная публикация желаемых требований, предоставление доступа к разработанным API взаимодействия, организация апробации и помощь в популяризации и распространении наиболее удачных решений, максимально соответствующих сформулированным требованиям.

3.7.6. Общие принципы и механизмы интеграции республиканской информационно-образовательной среды с системой государственных сервисов и услуг

Основным принципом интеграции РИОС с системой государственных сервисов и услуг является использование интерфейсов взаимодействия, предоставляемых ОАИС.

Общегосударственная автоматизированная информационная система реализована не как законченная система, а как интеграционный инструмент по наращиванию функционала и электронных услуг под текущие нужды пользователей внутри страны и за рубежом.

Для обеспечения информационного взаимодействия РИОС с системой государственных сервисов и услуг в рамках ОАИС необходимо следовать Методике по интеграции информационного ресурса (системы) с ОАИС с использованием ядра управления API ОАИС.

Для организации взаимодействия с ОАИС необходимо:

- разработку веб-сервисов РИОС для организации взаимодействия с системой государственных сервисов и услуг осуществлять в соответствии с требованиями к разработке REST-сервисов в целях взаимодействия с ОАИС;

- по завершении разработки выполнить процедуру государственной регистрации информационного ресурса (системы) в соответствии с действующим законодательством;

– определить место физического размещения информационного ресурса (системы).

При помощи интерфейсов взаимодействия, предоставляемых ОАИС, должна быть произведена интеграция сервисов РИОС с Единым порталом электронных услуг. Осуществлять доступ пользователей, в частности обучающихся и их родителей, к сервисам РИОС следует посредством личных кабинетов.

3.7.7. Интерфейсы взаимодействия, используемые в республиканской информационно-образовательной среде

Целесообразно проектировать РИОС на основе сервис-ориентированной архитектуры, предполагающей:

- модульный подход к разработке РИОС;
- использование распределенных, слабо связанных заменяемых компонентов, оснащенных стандартизированными интерфейсами для взаимодействия по стандартизированным протоколам;
- возможность реализации на различных платформах и с использованием различных технологий (REST, RPC, DCOM, CORBA, SOAP).

Взаимодействие компонентов должно осуществляться на основе технологии веб-сервисов. Из известных реализаций сервис-ориентированной архитектуры (RPC – удаленный вызов процедур; CORBA – стандарт и технология написания распределенных приложений, обеспечивающие интеграцию изолированных систем; SOAP – протокол обмена структурированными сообщениями в распределенной вычислительной среде; REST – архитектура взаимодействия компонентов распределенного приложения в сети) целесообразно использовать REST.

Данная реализация сервис-ориентированной архитектуры, основанная на технологии веб-сервисов, имеет следующие преимущества:

- надежность (нет необходимости сохранять информацию о состоянии клиента);
- производительность (использование механизмов балансировки нагрузки и кэширования);
- масштабируемость;
- прозрачность системы взаимодействия;
- простота интерфейсов;
- портативность компонентов;
- легкость внесения изменений.

Следует отметить, что взаимодействие ОАИС с внешними системами также предполагает использование архитектуры REST.

Выводы

Создание РИОС является актуальным и необходимым шагом в реализации процессов цифровой трансформации национальной системы образования и будет способствовать:

- повышению эффективности управления в сфере образования на основе информационно-технологической поддержки решения задач прогнозирования и планирования;

- повышению качества образования на основе совершенствования обеспечения деятельности учреждений образования ИКТ;

- повышению финансово-экономической эффективности системы образования за счет оптимального использования всех видов ресурсов, развития дополнительных услуг, формирования и развития экспортного потенциала;

- повышению информированности населения по вопросам получения образования и деятельности в сфере образования на основе электронного взаимодействия с соответствующими уполномоченными органами;

- обеспечению качественно нового уровня образования за счет внедрения современных ИКТ, разработке нормативных правовых актов в целях регламентированного внедрения и использования ИКТ в образовательном процессе;

- обеспечению оперативного доступа граждан к открытым данным системы образования и информационным ресурсам для получения необходимой информации;

- созданию условий непрерывного образования с использованием дистанционных форм обучения, развитию инклюзии.

Решения, предлагаемые в рамках проекта РИОС, охватывают телекоммуникационную и облачную инфраструктуру, коммуникационные сервисы, информационное ядро, типовые информационные системы и образовательные сервисы для систем общего среднего и среднего специального образования. Разработка инфраструктурных решений и создание интегрированных информационных систем УВО не рассматриваются в рамках концептуального проектирования РИОС. Они являются предметом исследования в следующих разделах настоящей монографии.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

4.1. Концепция создания и развития интегрированной информационной системы учреждения высшего образования

В современных университетах информатизация ведется по двум основным взаимосвязанным направлениям.

Первое направление – компьютеризация образовательного процесса, использование современных информационных технологий для модернизации педагогического процесса. Данное направление реализуется путем интеграции в информационную среду университета электронных средств обучения, включая электронные образовательные ресурсы, а также программных платформ систем управления обучением (LMS) и электронных библиотек.

Второе направление – компьютеризация системы университетского менеджмента путем автоматизации бизнес-процессов современного университета. Это направление является важным и актуальным, так как нацелено на повышение (или, по крайней мере, сохранение) качества образовательного процесса в условиях перехода к массовому высшему образованию, а также на снижение материальных затрат на организацию работы университета. Это направление связано с разработкой и внедрением специализированных программных платформ компьютеризации университетского менеджмента.

Современный университет – это открытый, мобильный, инновационный, креативный, предпринимательский, развивающийся, конкурентоспособный, социально ответственный университет. Его развитие требует в первую очередь трансформации вузовской системы менеджмента из системы учета в систему эффективного, проактивного управления, направленную на постоянное улучшение качества предоставляемых

услуг и позволяющую интегрировать задачи стратегического управления с текущей деятельностью, а также обеспечить всеобщее вовлечение студентов, персонала (и других заинтересованных сторон) в процесс модернизации университета. Современные условия требуют формирования новой парадигмы и концепции управления вузом.

Проектирование интегрированной информационной системы управления университетом (далее – ИИСУУ) должно осуществляться через призму основных функций управления (планирование, организация, мотивация, контроль, координация), основных направлений деятельности университета (образовательная, научно-исследовательская, финансово-экономическая, кадровая и др.) и его внутренней структуры, формируемой в зависимости от решаемых задач.

Использование процессного подхода при проектировании ИИСУУ (в рамках которого университет рассматривается как единая бизнес-система, представляющая собой множество взаимосвязанных процессов), позволяющего охватить все процессы, все подразделения и ориентирующегося на конечный результат (удовлетворение требований потребителей услуг), обеспечивает эффективность самой информационной системы и системы управления в целом.

Далее предметом рассмотрения является ИИСУУ, автоматизирующая управление основными процессами деятельности университета (учебным процессом и научно-исследовательской деятельностью) и такими обеспечивающими процессами, как управление персоналом и управление административно-хозяйственной частью. Данная глава написана на основе результатов, изложенных одним из авторов настоящей монографии в книге [28], изданной под его редакцией, а также в статьях [32–35].

4.2. Основные принципы проектирования интегрированной системы управления университетом

Для создания эффективной системы управления университетом необходимо четко представить себе цели и способы их достижения в данной системе, что удобно и вполне естественно может быть описано в виде последовательностей конкретных процессов (функций), которые формально могут быть представлены как бизнес-процессы [28], обеспечивающие деятельность университета. Все бизнес-процессы должны быть реализованы средствами программно-аппа-

ратных комплексов, которые, как известно, функционируют на базе программных модулей, обрабатывающих определенные структуры данных или информационные объекты.

Исходя из вышесказанного, предлагается описание ИИСУУ представлять на двух уровнях: функциональном и информационно-объектном.

Первый уровень описания системы позволит заказчику убедиться в соответствии системы предъявляемым требованиям, а разработчикам – четко представить себе порядок функционирования будущей системы. Описание бизнес-процессов может служить основой для создания программных модулей, реализующих функционал ИИСУУ.

Второй уровень необходим по той причине, что основные проблемы при реализации программных модулей могут возникнуть в процессе доступа к данным различными функциями. Иными словами, на основе функционального описания системы необходимо построить взаимосвязанные структуры данных, выяснить, какие из них являются общими для разных модулей, и определить все параметры доступа и ограничений к этим данным. Учитывая, что большинство современных информационных систем используют для этой цели реляционные базы данных, следует выделить на основе анализа функционального описания (бизнес-процессов) основные информационные объекты, которые достаточно легко реализуются в реляционных базах данных (реляция – информационный объект, атрибуты – характеристики/свойства этих объектов). Не исключается использование и других типов баз данных, однако реляционные базы данных из-за своей простоты и эффективности представляются нам более предпочтительными. После применения к основным информационным объектам метода декомпозиции можно получить все остальные объекты в структуре данных ИИСУУ. Например, декомпозиция учебных планов позволит выделить такие информационные объекты, как учебные специальности, дисциплины, кафедры и т. д.

Практика проектирования информационных систем показала, что одним из наиболее эффективных методов проектирования структур данных является документоориентированный подход, поскольку деятельность любой социально-экономической системы принято отражать в соответствующих документах. Таким образом, при анализе функциональной структуры системы достаточно выделить основные документы, регламентирующие ее деятельность, и создать на их основе соответствующие реляционные объекты с последующей их декомпозицией.

Функциональная и информационно-объектная структуры ИИСУУ являются основой для создания программных модулей системы. Под модулем будем понимать законченный программный блок (пакет),

который реализует одну или несколько взаимосвязанных функций. Таким образом, каждый элемент функциональной структуры системы может быть реализован соответствующим программным модулем. Каждый модуль может обращаться к любым информационным объектам, доступ к которым и ограничения на значения характеристик которых регламентируются штатными средствами системы управления базами данных.

Очень важным элементом реализации ИИСУУ является распределение функций между пользователями, что традиционно реализуется системой ролей. Под ролью понимают набор функций и прав доступа к определенным информационным объектам, предоставляемым пользователю системы. Пользователь может обладать несколькими ролями. В этом случае набор функций и прав доступа будет являться объединением всех его ролей.

Состояние любого информационного объекта определяется некоторой записью (строкой) в соответствующей таблице базы данных. Элементы записи (поля) представляют собой значения характеристик/свойств объекта. Запись определяется идентификатором объекта. В процессе функционирования системы объекты могут изменять свои состояния (значения характеристик). Если для работы системы достаточно знать только последнее (текущее) состояние объекта, то при любых изменениях такого состояния можно обновлять поля записи, определяемой идентификатором записи. Доступ к предыдущим состояниям при этом теряется. Если же необходимо знать состояние объекта на конкретный момент (например, должность и место работы сотрудника на 1 сентября прошлого года), то записи о состояниях объекта не должны обновляться. При изменении состояния объекта следует вносить в таблицу новую запись. При этом ключ записи должен, помимо идентификатора объекта, включать в себя время этого изменения. Используя подобные таблицы, которые фактически содержат всю историю изменений состояний каждого объекта, можно правильно определить состояние любого объекта на заданный момент времени. Так, например, если необходимо получить контингент студентов на 1 января текущего года, следует извлечь записи студентов, последнее время изменения которых не превышает этой даты.

При возрастании нагрузки на базы данных ее снижения можно добиться двумя основными способами. Первый – это разбиение базы данных на отдельные части, которые физически будут храниться на отдельных серверах. При этом возникают две проблемы: соблюдение целостности связанных данных, которые находятся на разных серверах; равномерное распределение нагрузки на каждый отдель-

ный сервер. Второй, более предпочтительный способ – это использование кластерных технологий с автоматической балансировкой нагрузки. В этом случае каждый из двух и более серверов баз данных содержит полную копию всей базы данных, специальный балансировщик нагрузки равномерно распределяет запросы между всеми серверами, при изменении данных на одном из серверов система репликации в режиме реального времени синхронизирует все серверы баз данных. Основные преимущества данного решения: практически линейное масштабирование (пять серверов обеспечивают в пять раз бóльшую нагрузку по сравнению с одиночным сервером); целостность данных соответствует уровню единой неразделенной базы данных. Из недостатков можно отметить некоторое конечное время репликации (обычно десятки или сотни миллисекунд), в течение которого данные на различных серверах могут оказаться неидентичными. Однако опыт показывает, что конкретно для ИИСУУ данный недостаток не является критическим.

Определенные проблемы, особенно для будущего развития ИИСУУ, может вызвать выбор типа пользовательских интерфейсов. Это могут быть, например, интерфейсы, формируемые программными модулями, откомпилированными в нативный для используемой операционной системы код. Недостаток такого решения – ограничение всех пользователей конкретной операционной системой или устройствами. Второй, более предпочтительный вариант – это использование модулей с некоторым промежуточным кодом, способным выполняться в некоторой виртуальной машине, например модулей, созданных для виртуальной машины Java. Недостатком такого решения может оказаться невозможность установки виртуальной машины на некоторых клиентских устройствах.

Мировые тенденции развития и использования пользовательских интерфейсов показывают бурное развитие веб-технологий. При этом программный код интерфейсов пользователям доставляет обычный веб-сервер, а в качестве стандартного программного клиентского обеспечения может служить практически любой современный веб-браузер. Преимущества такого решения очевидны. Веб-серверы могут масштабироваться с помощью кластерных технологий, аналогичных рассмотренным выше для серверов баз данных. Клиентским устройством может выступать любое устройство с любой операционной системой, на котором может быть запущен некоторый веб-браузер. Если веб-сервер имеет доступ к интернету, то пользователь может работать с мобильного устройства практически из любой точки земного шара. Для ИИСУУ это означает одно:

можно очень легко создать любую новую категорию пользователей, для которой достаточно ввести учетные записи и назначить соответствующие роли. Каждый из таких пользователей может сразу начинать работу со своего устройства дома, на работе и даже в дороге.

Способы проектирования ИИСУУ должны позволять осуществлять как полное, так и поэтапное ее внедрение. Для поэтапного внедрения достаточно, помимо конечных целей, определить промежуточные и на функциональной структуре выделить те группы функций (бизнес-процессов), которые приведут к достижению этих целей. Такими промежуточными целями могут быть, например, «прием человека на работу», «создание учебного плана», «зачисление студента» и т. д. Реализовав структуры информационных объектов и программные модули для достижения необходимых подцелей, можно начинать внедрение этих модулей и наполнять базу данных соответствующей информацией. Конечно же, первыми следует внедрять модули, с помощью которых в базу данных будет введена информация, необходимая для следующих модулей. Далее внедряются модули, для функционирования которых в базе данных присутствует вся необходимая информация.

Готовая система может развиваться как в направлении добавления новых возможностей (вводятся новые структуры данных, бизнес-процессы и соответствующие программные модули), так и в направлении совершенствования существующих модулей. При этом могут изменяться существующие структуры данных (информационных объектов) и корректироваться программы их обработки. В этих случаях необходимо придерживаться следующих важных принципов: в структуре таблиц базы данных не следует подвергать модификации любые существующие поля, поскольку это может значительно нарушить работоспособность всей системы. Безопасным является добавление новых полей или даже новых таблиц, связываемых с существующими таблицами. Даже если необходимо изменить существующее поле в некоторой таблице, рекомендуется добавить еще одно поле с другим названием и измененными характеристиками (например, тип данных и/или размер) и постепенно переводить рабочие модули системы с использования первого поля на использование второго. Некоторое время система будет использовать оба поля одновременно, не теряя при этом своей работоспособности.

Для обеспечения безопасности работы системы также следует придерживаться следующих важных принципов. Соединение клиента с сервером информационной системы при доступе к любым данным, кроме публичных, должно осуществляться по шифрованным протоколам передачи данных после аутентификации пользователя

с помощью логина и пароля. Если доступ к базе данных использует некоторый язык инструкций (например, SQL-запросы), то во избежание компрометации системы путем изменения пользователем этих инструкций (например, SQL-injection) все запросы к базе данных должны быть параметризованными (чтобы параметры-данные, вводимые пользователем, не смогли содержать части используемых инструкций). При отправке клиентом запросов к серверу системы все ключевые параметры этих запросов должны иметь цифровую подпись. Такая подпись должна быть сформирована на сервере, который при передаче любых ключевых данных, используемых далее клиентом в запросах к серверу, должен дополнять эти данные соответствующим кодом цифровой подписи. Например, при соединении веб-клиента с сервером ИИСУУ веб-сервер открывает для клиента так называемую сессию. Далее сервер генерирует случайный ключ и сохраняет его в параметрах клиентской сессии. При передаче, например, работнику деканата списка кафедр факультета код каждой кафедры сервер дополняет цифровой подписью (хеш-кодом), которая формируется на основе сессионного ключа и самого кода кафедры. При получении запроса от клиента на доступ подробной информации о некоторой кафедре сервер получит код этой кафедры вместе с его цифровой подписью. Если клиент, желая получить несанкционированный доступ к кафедре другого факультета, заменит код кафедры или попытается изменить цифровую подпись, ключа которой он не знает, сервер легко определит это при соответствующей проверке.

Для выявления возможных проблем при работе пользователей с ИИСУУ необходимо вести учет (логирование) времени входа и времени завершения работы пользователя с системой. Доступ к важной конфиденциальной информации (например, персональные данные сотрудников, финансовые данные и т. п.) для конкретных ролей пользователей может быть ограничен определенной локальной подсетью или даже отдельным компьютером.

4.3. Функциональная архитектура интегрированной информационной системы управления университетом

Под функциональной архитектурой будем понимать описание структуры функциональности ИИСУУ, спроектированной с учетом технологических, пользовательских и бизнес-требований, а также

иерархии функций, их зависимости друг от друга и реализации в компонентах данной системы.

Функциональная и информационно-объектная структуры ИИСУУ являются основой для создания программных модулей системы. При этом модулем, либо функциональным блоком, является законченный программный блок (пакет), реализующий одну или несколько взаимосвязанных функций. Таким образом, каждый элемент функциональной структуры системы может быть реализован соответствующим программным модулем, который может обращаться к любым информационным объектам, доступ к ним и ограничения на значения их характеристик регламентируются штатными средствами используемой системы управления базами данных.

Система интернет- и интранет-сайтов университета, образовательный портал, личные кабинеты пользователей, иные интерфейсные компоненты ИИСУУ



Рис. 6. Основные функциональные блоки ИИСУУ

В данном разделе рассматриваются основные функциональные блоки, представленные на рис. 6.

4.3.1. Информационное ядро интегрированной информационной системы управления университетом

Информационное ядро ИИСУУ составляют:

- информационная система «Структура университета», обеспечивающая хранение данных об актуальной организационной структуре университета, полную историю ее изменений, доступ к информации о структуре университета на любой момент времени для всех компонентов ИИСУУ;
- справочники и классификаторы, используемые компонентами ИИСУУ;
- базы данных (регистры) обучающихся и работников университета;
- единая система идентификации, аутентификации и авторизации доступа пользователей к компонентам ИИСУУ.

4.3.2. Система электронного документооборота

Информационная система электронного документооборота обеспечивает поддержку функций создания, согласования, хранения, поиска и контроля исполнения документов. Система направлена на усовершенствование, упрощение и ускорение процедур документооборота в университете, повышение эффективности управленческой деятельности, унификацию основных форм (шаблонов) документов.

Информационная система электронного документооборота обеспечивает поддержку функции хранения и своевременной доставки электронных документов и других информационных сообщений всем заинтересованным структурным подразделениям университета. Система позволяет обрабатывать документы в электронной форме и проводить их поиск, создает удобный и гибкий интерфейс для эффективной реализации бизнес-процессов университета, обеспечивает необходимый уровень безопасности данных, распределение полномочий доступа к функции и данным системы.

4.3.3. Система управления персоналом

Современная IT-система автоматизации управления персоналом в рамках разработки ИИСУУ позволяет осуществлять работу отдела кадров в едином информационном пространстве университета, а также упростить ее, сделав более удобной и эффективной. Кроме

того, это даст руководству университета возможность проводить более гибкую кадровую политику и получать отчетную информацию по сотрудникам университета.

Назначение системы (модуля, функционального блока) управления персоналом – создание системообразующего информационного ресурса о персонале и автоматизация процессов кадрового обеспечения.

К основным функциям системы (модуля, функционального блока) управления персоналом относятся:

- ведение централизованного хранилища информации по учету сведений о персонале и кадрового архива;
- ведение штатного расписания;
- автоматизация процессов, связанных с оформлением обязательных документов;
- ведение кадрового делопроизводства и документооборота в соответствии с установленными стандартами;
- обеспечение идентичности обработки информации на всех рабочих местах специалистов за счет единого программного обеспечения и централизованного хранения данных;
- обеспечение оперативного снабжения всех заинтересованных служб и специалистов университета необходимой информацией.

Система управления персоналом должна определять и регламентировать порядок реализации кадровой политики и удовлетворять требования менеджмента качества к процессу кадрового обеспечения.

Система управления персоналом должна обеспечивать выполнение требований различных нормативных документов (в том числе обеспечивающих различные социальные гарантии) – автоматическое отслеживание определенных событий и/или выбор данных, отвечающих определенным критериям, например окончание трудовых контрактов (в целях его завершения или продления), так как необработка события окончания срока контракта в соответствии с трудовым законодательством Республики Беларусь приводит к иным юридическим последствиям: трудовой контракт становится бессрочным.

Информационной единицей данной системы является личное дело (карточка) работника, которое может учитывать до 100 персональных атрибутов (характеристик) по каждому работнику без учета занимаемой должности. Система управления персоналом, как и любые системы управления ресурсами, использует большое

количество классификаторов и справочных данных, необходимых для оптимизации сопровождения сведений о персонале данных и корректного формирования отчетных и статистических форм. Использование утвержденных общегосударственных или международных классификаторов позволяет эффективно выделить перечень и диапазон «централизуемых» данных, критерии разграничения полномочий доступа различных категорий пользователей к справочной информации, а также минимизировать количество пользовательских ошибок. Система управления персоналом предназначена для использования специалистами кадровой службы университета, которые являются в основном поставщиками информации для данной системы. С другой стороны, в рамках системы должны быть автоматизированы большинство рутинных, ежедневных операций, таких как формирование многочисленных внутренних документов и всевозможных статистических отчетов, представляемых университетом в органы государственного управления – Министерство образования (просвещения), Министерство (Комитет) статистики, а также массивы учетных данных для государственных фондов социального обеспечения и медицинского страхования.

Потребителями информации системы управления персоналом являются руководители университета и другие заинтересованные службы и специалисты.

Информационная составляющая системы управления персоналом должна быть интегрирована в информационную систему университета, так как сведения о сотрудниках должны использоваться в процессе функционирования других информационных модулей (подсистем, модулей функциональных блоков): системы электронного документооборота, системы управления учебным процессом, системы управления библиотекой, системы управления научно-исследовательскими работами, системы электронного обучения, финансовой (бухгалтерской) системы и т. д.

В результате разработки полнофункциональной системы управления персоналом, помимо средств составления типовой отчетности и доступа к различной кадровой информации, должны быть созданы инструменты оперативного анализа данных и принятия эффективных управленческих решений, что позволит придать системе учета персонала свойства аналитического инструмента, осуществляющего не только автоматизацию кадрового делопроизводства, но и все функции полноценного менеджмента.

4.3.4. Система управления учебным процессом

Система управления учебным процессом обеспечивает информационно-аналитическую поддержку соответствующих процессов и предоставляет сотрудникам университета инструментарий для эффективного выполнения профессиональных функций. Система поддерживает управление всеми этапами учебного процесса – от разработки учебных планов и графиков учебного процесса, расчета нагрузки кафедр и преподавателей до полного сопровождения студентов в течение всего периода их обучения, начиная с момента вступительной кампании и заканчивая присвоением квалификации.

Система управления учебным процессом состоит из функциональных модулей, которые можно объединить в подсистемы:

- «Абитуриент» / «Приемная комиссия»;
- «Студенты»;
- «Организация учебного процесса»;
- «Управление учебной деятельностью».

Система управления учебным процессом является основным поставщиком данных для информационных сервисов и для аналитических и статистических отчетов.

Модуль «Абитуриент» / «Приемная комиссия» обеспечивает информационно-аналитическую поддержку процессов управления претендентами и абитуриентами, автоматизирует деятельность департамента доуниверситетского образования, центральной приемной комиссии, отборочных и приемных комиссий структурных подразделений вуза.

Модуль «Студенты» обеспечивает информационно-аналитическую поддержку процессов управления обучением студентов и аспирантов, автоматизирует деятельность деканатов.

После регистрации приказа на зачисление в модуле «Абитуриент» / «Приемная комиссия» в модуль «Студент» передается личное дело студента и формируется его учебная карточка. На базе семестровых учебных планов и дисциплин по выбору студента формируется индивидуальный учебный план студента каждого учебного года. Электронный журнал учета успеваемости обеспечивает текущий мониторинг успеваемости студентов. Модуль обеспечивает автоматизированное формирование ведомостей учета текущей успеваемости студента. После обработки положительных результатов сессии в модуле формируется приказ о переводе на следующий курс, индивидуальный учебный план на новый учебный год, а для студентов,

обучающихся за счет государственного бюджета, – приказ на назначение стипендии. На студентов, получивших неудовлетворительные оценки, формируется приказ на отчисление. Модуль «Студент» реализует возможность формирования и печати всех форм приказов на перевод, отчисление, восстановление студентов, предоставление академического отпуска и т. п. После успешного изучения дисциплин учебного плана и прохождения государственной аттестации в системе формируется выпускной приказ, а также приложение к диплому и другие необходимые документы.

Модуль «Организация учебного процесса» должен обеспечивать информационно-аналитическую поддержку планирования и организации учебного процесса для всех категорий обучающихся, автоматизировать деятельность структур управления и кафедр вуза.

На базе указанной в образовательном стандарте нормативной части и разработанной вариативной части формируется базовый учебный план и базовый график учебного процесса. На основе базового учебного плана в модуле автоматически формируются семестровые учебные планы, после регистрации они используются в модуле «Студент» для формирования индивидуальных учебных планов студентов. В модуле «Обучение» на базе семестровых учебных планов с применением информации по контингенту учебных групп и соответствующих норм времени в автоматизированном режиме производится расчет объемов учебной нагрузки кафедр, на базе которого определяется штат кафедры. На кафедрах университета рассчитанная нагрузка распределяется между преподавателями. Расписание учебного процесса формируется в модуле с учетом распределения нагрузки между преподавателями, аудиторного фонда и графика учебного процесса. Рабочие программы учебных дисциплин вводятся в модуль непосредственно на кафедрах университета. В рабочую программу для контроля загружается информация из соответствующего семестрового учебного плана и список основной литературы из электронного библиотечного каталога. На базе списка литературы рабочей программы, информации по контингенту студентов и соответствующих нормативов проводится анализ обеспеченности учебной дисциплины учебно-методической литературой. Модуль «Обучение» должен обеспечивать формирование и печать всех необходимых документов, автоматизированное сохранение электронных копий учебных планов и рабочих программ учебных дисциплин на сервере системы, размещение на веб-сайте университета (веб-сайтах факультетов) расписания учебного процесса.

Модуль «Управление учебной деятельностью». Для организации электронного обучения УВО обычно используют программные системы управления учебной деятельностью (LMS). Интеграция ИИСУУ и системы управления учебной деятельностью позволяет организовать оперативный обмен данными систем и обеспечить комплексную реализацию функций системы управления учебным процессом. Организация электронного обучения рассматривалась авторами настоящей монографии в работах [5; 11; 26; 36], и ее подробное описание вместе с методиками применения в учебном процессе выходит за рамки настоящей монографии.

4.3.5. Система информационных ресурсов университета

Основными компонентами системы информационных ресурсов являются системы автоматизации библиотечной деятельности и электронная библиотека университета.

Функциями системы автоматизации библиотечной деятельности являются:

- комплектование (сбор и анализ данных о потребностях в учебной и научной литературе, автоматизация процессов пополнения фондов);
- каталогизация литературы на бумажных и электронных носителях, ведение общедоступного электронного каталога и предоставление доступа к нему;
- работа с периодическими изданиями;
- автоматизация процессов обеспечения открытого доступа к фондам в читальных залах библиотек, в том числе с использованием меток радиочастотной идентификации;
- автоматизация процессов выдачи и приема книг (выдача читателям книг из фонда, их возврат, доставка электронных копий по заказу пользователей);
- автоматизация инвентаризации библиотечных фондов;
- автоматизированный сбор статистики.

Современные системы автоматизации библиотечной деятельности должны обеспечивать интеграцию каталогов учреждений образования в целях обеспечения пользователям сквозного поиска литературных источников.

Внедрение таких систем автоматизации библиотечной деятельности позволяет:

- повысить уровень информационного обслуживания и расширить спектр информационных услуг и продуктов, предлагаемых преподавателям, ученым и обучающимся;

- обеспечить доступ к библиографическим, фактографическим, полнотекстовым и объектографическим базам, создаваемым и накапливаемым внутри библиотеки;
- сократить затраты на поиск необходимых документов путем предоставления пользователям онлайн-доступа к электронным каталогам;
- повысить эффективность использования фондов с целью повышения качества и эффективности образовательного процесса и научных исследований.

Электронная библиотека сегодня является обязательным компонентом информационного обеспечения учебного процесса и научных исследований УВО. Основные виды, структура и технологии формирования электронных библиотек описаны в [37].

4.3.6. Система автоматизации финансовой деятельности

Система автоматизации финансовой деятельности и учета материальных ценностей предназначена для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-процессов, связанных с финансовой деятельностью университета, с учетом требований законодательства и реальной практики его работы.

Основные компоненты этой системы обеспечивают автоматизацию бизнес-процессов планово-экономического подразделения и бухгалтерии.

Основным назначением системы автоматизации бухгалтерской деятельности является информационная поддержка и автоматизация процессов, связанных с выполнением первичных регистрационно-учетных операций, предоставлением оперативных данных и аналитических отчетов о финансовой деятельности университета.

Типовая структура бухгалтерской системы состоит из следующих основных функциональных компонентов:

- учет банковских операций;
- учет основных средств;
- начисление и учет заработной платы;
- расчет стипендий;
- учет финансирования и расходов по НИОКР;
- учет общественного питания;
- коммунальные платежи;
- учет расчетов с подотчетными лицами (командировки);
- аренда;

- учет валютных операций и целевых средств;
- учет платежей по платному обучению;
- генерация отчетов.

4.3.7. Система автоматизации планово-экономической деятельности

Информационная система «Управление планово-экономической деятельностью» предназначена для централизованной обработки системы планирования штатной численности и расходов учреждения.

Основными ее функциями являются:

- ведение сведений о штатной структуре университета;
- формирование штатно-должностной книги в разрезе структурных подразделений;
- автоматизация экономического документооборота;
- автоматизация оформления приказов;
- создание и сопровождение необходимых локальных классификаторов и справочников;
- ведение базового справочника должностей и профессий, организованного на базе Общегосударственного классификатора профессий рабочих и должностей служащих;
- автоматизация и контроль назначения и отмены обязательных, определенных государственными нормативными актами надбавок и доплат, расчеты количества дней трудового отпуска с учетом дополнительных условий пропорционально отработанному времени;
- формирование списков по установленным критериям отбора;
- формирование и вывод на печать статистических форм и отчетов;
- учет расходов.

4.3.8. Система автоматизации деятельности университетского городка

Система автоматизации деятельности университетского городка предназначена для централизованного хранения и обработки информации обо всех студентах университета, проживающих в общежитиях, а также для автоматизации работы служб студенческого городка.

Основными функциями системы автоматизации деятельности университетского городка являются:

- создание и ведение информационного банка данных об общежитиях и количестве мест для заселения в них;
- ведение информационного банка данных о студентах, проживающих в общежитиях;
- ввод, обработка и хранение данных, используемых для автоматизированной обработки информации, связанной с пропиской и заселением студентов в общежития;
- ввод, обработка и хранение данных, используемых для автоматизированной обработки информации, связанной с пропиской студентов по адресу административных зданий или учебных корпусов университета;
- обработка информации об оплате проживания в общежитиях;
- сбор и долговременное хранение данных о нарушениях проживающими в общежитиях студентами правил внутреннего распорядка;
- организация поиска информации, находящейся в компетенции подразделений студенческого городка БГУ;
- генерация форм отчетности.

Система автоматизации деятельности университетского городка является частью ИИСУУ и интегрируется с информационным ядром ИИСУУ и подсистемой «Студенты» системы управления учебным процессом.

4.4. Организация доступа пользователей к ресурсам интегрированной информационной системы управления университетом

В соответствии с существующей классификацией информацию в ИИСУУ можно разделить на две основные категории: общедоступная и информация, распространение и/или предоставление которой ограничено. Доступ к первой категории обычно предоставляется с помощью веб-браузеров на сайтах, доступных во внешней (интернет) или внутренней (интранет) сети.

Доступ ко второй категории информации осуществляется после аутентификации пользователей в системе идентификации и аутентификации ИИСУУ. Аутентификация осуществляется на базе единой системы аутентификации, авторизация доступа – на основе ролевой модели в соответствии с назначенными пользователю ролями и со-

ответствующими им правами доступа. Для обеспечения безопасности информации, распространение и/или предоставление которой ограничено, создается система защиты информации.

Доступ к информации, распространение и/или предоставление которой ограничено, также может осуществляться из внутренней или внешней сети. В зависимости от этого, а также от того, какая информация обрабатывается в информационной системе, последнюю относят к одному из классов типовых информационных систем (см. прил. 1 к Положению о порядке технической и криптографической защиты информации в информационных системах, предназначенных для обработки информации, распространение и (или) предоставление которой ограничено (в редакции приказа Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь 12 ноября 2021 г. № 195)) и реализуют соответствующую систему защиты информации.

Технологии доступа определяются архитектурными решениями, на основе которых построены компоненты ИИСУУ. Двухуровневая архитектура «сервер базы данных – рабочие станции» предполагает установку специализированного клиентского программного обеспечения на рабочих станциях. Несмотря на то что данная архитектура считается устаревшей, она может оказаться удобной с точки зрения более развитого функционала клиентских мест. При этом установка, запуск и обновление клиентского приложения могут осуществляться путем запуска соответствующего скрипта из веб-браузера. Трехуровневая архитектура «сервер базы данных – сервер приложений – рабочие станции» предполагает, что клиентские приложения выполняются на сервере, а на рабочих станциях в браузере отображаются результаты их работы. Достоинства данной архитектуры заключаются в использовании взаимосвязанной информации, обеспечении эффективного использования приложений общего пользования многими клиентами, снижении требований к техническому и программному обеспечению рабочих станций. Недостаток – ограниченная функциональность клиентских мест.

Для доступа авторизованных пользователей к ресурсам внутренней сети университета из интернета может использоваться технология VPN.

Мобильный доступ к ресурсам ИИСУУ может обеспечиваться либо путем адаптивной верстки веб-приложения, либо путем разработки соответствующего мобильного приложения. Достоинства и недостатки каждого из этих решений подобны описанным ранее для двух- и трехуровневой клиент-серверных архитектур.

4.5. Сетевая инфраструктура учреждения высшего образования

Функционирование ИИСУУ обеспечивает сетевая инфраструктура университета, которая включает в себя опорную сеть, центральный коммуникационный узел, ЦОД, локальные компьютерные сети корпусов и подразделений. Сетевая инфраструктура крупных университетов обычно поддерживает функционирование корпоративной телефонной связи.

Основой сетевой инфраструктуры является опорная сеть передачи данных, которая объединяет различные корпуса университета. На практике в пределах одного города университеты обычно строят собственную оптоволоконную сеть, протяженность которой может составлять десятки километров. Наличие такой сети обеспечивает гарантированные значения скорости передачи данных и других параметров качества обслуживания, а также безопасность информации в сети университета. Для связи с удаленными филиалами может использоваться технология VPN.

Типовая архитектура центрального коммуникационного узла показана на рис. 7. Она, как правило, включает в себя центральное коммуникационное оборудование для управления сетью, шлюз доступа во внешние сети (включая интернет), оборудование для обеспечения кибербезопасности, оборудование ЦОД (серверы, хранилище данных), средства корпоративной телефонии, техническую инфраструктуру, обеспечивающую физическую безопасность (система разграничения физического доступа, системы пожаротушения, кондиционирования, электропитания). Техническую инфраструктуру целесообразно строить на основе технологии smart-ЦОД. В качестве основного коммутатора используется маршрутизатор уровня ядра, который выполняет следующие основные функции: объединение всех локальных сетей корпусов университета в единую сеть, маршрутизация информационных потоков как внутри сети университета, так и при взаимодействии с интернетом, организация виртуальных сетей (VLAN), обеспечение взаимодействия ЦОД с другими сетевыми ресурсами. В ЦОД располагаются различные сетевые службы, которые обеспечивают управление сетью. Как правило, в качестве таких служб могут выступать:

– AD (Active Directory) – сетевая служба, которая выполняет роль каталога (базы данных), где хранится информация о пользователях, компьютерах, серверах, сетевых и периферийных устройствах;

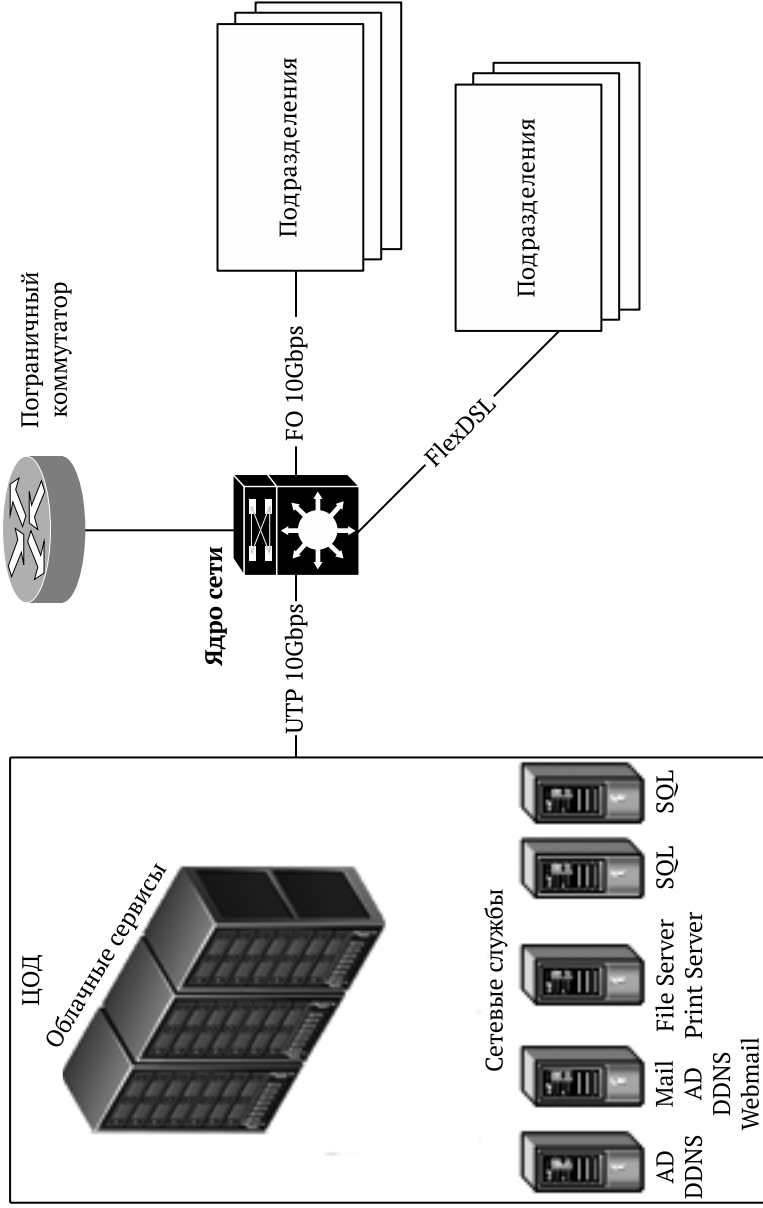


Рис. 7. Типовая архитектура центрального коммуникационного узла

- Mail – сетевая служба корпоративной электронной почты;
- SQL – сетевая служба баз данных прикладных сервисов;
- DNS – сетевая служба для получения информации о доменах, а также IP-адреса по имени хоста, информации о маршрутизации почты и/или обслуживающих узлах для протоколов в домене;
- File Server – сетевая служба для хранения и обработки файлов на сетевом ресурсе;
- Print Server – сетевая служба для управления устройствами печати в сети.

Для безопасного размещения внешних сервисов в сетевой инфраструктуре используется демилитаризованная зона (ДМЗ) – часть локальной сети, доступная из интернета и изолированная от других ресурсов сети. Однако ДМЗ, оставаясь частью единой компьютерной сети, заведомо является относительно небезопасным ее участком. В этом сегменте могут размещаться доступные извне веб-серверы, хранилища данных, иные ресурсы и сервисы. Узлы защищенной части локальной сети могут взаимодействовать с хостами ДМЗ через файрвол.

Для устойчивого подключения к интернету, а также в целях резервирования канала доступа могут использоваться два внешних канала с автоматической балансировкой нагрузки от двух разных операторов.

В настоящее время существует тенденция размещения корпоративных информационных систем, ресурсов и сервисов в облачных ЦОД, предоставляемых различными операторами. С учетом требований к безопасности применительно к университетам речь может идти о национальных операторах, таких как РЦОД. Такое размещение снижает издержки на приобретение серверного и коммуникационного оборудования, содержание высококвалифицированного персонала, обеспечение безопасности хранимой и обрабатываемой информации. Тем не менее часть информационных ресурсов и сервисов, трафик которых главным образом замыкается внутри корпоративной сети университета, целесообразно размещать в собственном ЦОД университета. Решение о месте расположения информационных ресурсов и сервисов принимается на основании методики оценки и принятия решения о целесообразности их размещения на ресурсах РЦОД или республиканской платформы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 марта 2021 г. № 182 «О мерах

по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 16 декабря 2019 г. № 461».

Для построения ЦОД целесообразно использовать известные архитектуры и технологии, такие как отказоустойчивые кластеры и кластеры с балансировкой нагрузки, высокопроизводительные системы хранения данных, высокоскоростные сети связи для объединения инфраструктурных элементов, системы виртуализации с автоматическим распределением ресурсов между серверами, виртуальные хранилища данных.

Локальные вычислительные сети корпусов университета строятся по горизонтально-вертикальной архитектуре на основе структурированных кабельных систем. На этажах размещаются коммутационные шкафы, обеспечивающие коммутацию розеток для подключения компьютерных и телефонных оконечных устройств в помещениях этажа. Конечные точки подключения с помощью витой пары подключаются к этажному коммутатору второго уровня или к коммутациям корпоративной телефонной сети. Все коммутаторы второго уровня в корпусе соединяются между собой оптоволоконным вертикальным стволом. Для подключения корпуса к опорной сети университета используется коммутатор третьего уровня, который выполняет функции маршрутизатора, базовые функции безопасности и эффективно управляет информационными потоками пользователей.

Важным элементом локальной сети современного университета является беспроводная сеть. Она имеет иерархическую структуру, при этом управление конечными точками доступа осуществляется централизованно с помощью специализированного контроллера. В качестве точек доступа необходимо выбирать оборудование, обеспечивающее бесшовный роуминг и подключение достаточно большого числа пользователей.

В сети университета должна функционировать единая система идентификации и аутентификации, которую целесообразно строить на основе протоколов семейства RADIUS. Для повышения безопасности аутентификации в беспроводной сети следует использовать протокол WPA3 – Enterprise и выше.

4.6. Реализация интегрированной информационной системы управления университетом в Белорусском государственном университете

Белорусский государственный университет является ведущим классическим университетом, научным, образовательным, инновационным и культурным центром Республики Беларусь, одним из крупнейших университетов страны. Он представляет собой крупный образовательный, научно-исследовательский и производственный комплекс, в состав которого входят:

- 28 факультетов, учебных институтов и образовательных учреждений;
- 16 учебных корпусов;
- 87 научно-исследовательских лабораторий (в том числе студенческих);
- 4 научно-исследовательских института;
- 13 научных центров;
- 11 унитарных предприятий;
- 3 учебно-опытные станции;
- 4 музея;
- 1 научно-технологический парк;
- 10 общежитий.

Всего в БГУ 166 зданий и 9 изолированных помещений общей площадью более 420 000 м².

Белорусский государственный университет успешно осуществляет стратегию цифровой трансформации в сфере модернизации содержания образования и технологий обучения. Стратегия предусматривает внедрение системы развивающего, эвристического, диалогового обучения, выбор дисциплин и переход на индивидуальные сроки изучения отдельных курсов, творческую самореализацию студентов, развитие у них критического мышления и креативных способностей.

Информационная инфраструктура БГУ на протяжении последних десятилетий являлась опытной площадкой для реализации целого ряда пилотных проектов, таких как многофункциональные интеллектуальные идентификационные карты (МИИК), распределенная система образовательных порталов и онлайн-обучения, использование безбумажных технологий в образовательном процессе (электронные индивидуальные планы, зачетные книжки и др.), защищенное хранилище электронных документов и др.

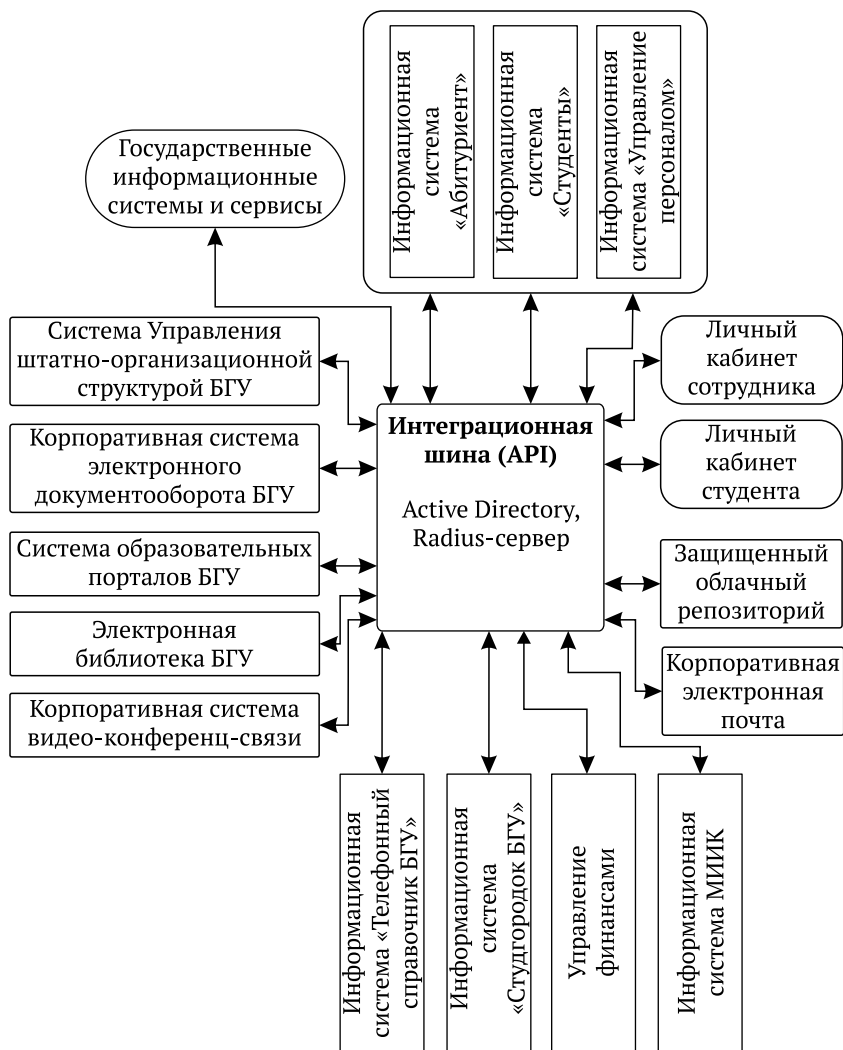


Рис. 8. Схема ИИСУУ БГУ

Эти и иные отличительные черты ведущего университета страны потребовали формирования передовой развитой ИИСУУ БГУ, особенности которой рассматриваются ниже.

Схема ИИСУУ показана на рис. 8.

4.6.1. Система «Управление штатно-организационной структурой БГУ»

Информационная система «Управление штатно-организационной структурой БГУ» является частью информационной системы «Управление персоналом» и предназначена для централизованного учета и обработки сведений об организационно-штатной структуре автоматизации функций кадрового документооборота.

Информационная система «Управление штатно-организационной структурой БГУ» разработана Центром информационных технологий (ЦИТ) БГУ и используется специалистами различных подразделений с 2004 г. Система реализована на платформе системы управления базами данных Microsoft SQL Server 2019 и 16 приложений, исполненных в двухуровневой архитектуре «клиент – сервер».

Исполняемый код клиентских приложений хранится в базе данных системы и устанавливается на пользовательский компьютер в момент первого запуска.

Основными функциями информационной системы «Управление штатно-организационной структурой БГУ» являются:

- ведение сведений об организационной структуре университета;
- ведение сведений о штатной структуре университета;
- формирование штатно-должностной книги в разрезе структурных подразделений;
- автоматизация оформления приказов;
- создание и сопровождение необходимых локальных классификаторов и справочников;
- ведение базового справочника должностей и профессий, организованного на базе Общегосударственного классификатора профессий рабочих и должностей служащих;
- создание архива;
- автоматизация и контроль назначения и отмены обязательных, определенных государственными нормативными актами надбавок и доплат, расчеты количества дней трудового отпуска с учетом дополнительных условий пропорционально отработанному времени;
- формирование списков по установленным критериям отбора;
- формирование и вывод на печать статистических форм и отчетов.

4.6.2. Корпоративная система электронного документооборота Белорусского государственного университета

В 2009 г. в БГУ было принято решение о внедрении системы электронного документооборота «Дело» (СЭД «Дело») в БГУ. С учетом многоуровневой организационно-управленческой структуры БГУ, большого объема документооборота, разнообразия технологий работы с документами было принято решение о постепенной замене бумажного документооборота на бумажно-электронный и электронный. Для определения видов организационно-распорядительных документов, должностных лиц, участвующих в их визировании и подписании, порядка визирования с учетом сроков хранения и объемов регистрации в структурных подразделениях был проведен анализ, который позволил структурировать данные и упорядочить документооборот по управленческой деятельности в таблице унифицированных форм распорядительных документов. Параллельно осуществлялась деятельность по разработке Положения об электронном документообороте, которое определило принципы функционирования системы электронного документооборота БГУ.

Система электронного документооборота «Дело» решает следующие задачи:

- работа с документами на всех этапах жизненного цикла от регистрации до списания в соответствии с утвержденной номенклатурой дел;
- работа с проектами документов: подготовка проекта, маршрутизация, согласование, совместное редактирование, утверждение;
- использование набора инструментов для подготовки поручений/резолуций и контроля их выполнения;
- формирование различных реестров;
- поиск документов по любому реквизиту регистрационно-контрольной карточки, их сочетанию, дополнительным реквизитам;
- ведение системы протоколирования действий пользователя, отслеживания движения документа, маршрутизация документов;
- разграничение прав пользователей на доступ к функциям, РК и файлам документов;
- предоставление пользователям доступа к системе электронного документооборота с помощью полнофункционального веб-клиента с персонализированным интерфейсом;
- удобный интерфейс для ввода отчетов об исполнении, включая возможность указать текущее состояние исполнения и добавления к отчету файлов, в том числе подписанных электронной подписью;

- интеграция с операторами системы межведомственного документооборота (СМДО);
- возможность интеграции с электронной почтой и обмен документами по электронной почте.

Система электронного документооборота БГУ интегрирована в структуру СМДО государственных органов Республики Беларусь.

4.6.3. Информационная система «Абитуриент»

Информационная система «Абитуриент» предназначена для автоматизации функций приемной комиссии и оперативного управления в период приемной кампании. В БГУ используется несколько экземпляров этой информационной системы для кампаний по набору студентов первой степени обучения, магистрантов, аспирантов, иностранных студентов и студентов Юридического колледжа. В каждом из экземпляров определяются критерии и настройки, соответствующие правилам приема в учебные заведения определенного уровня указанных категорий абитуриентов.

Первая версия информационной системы «Абитуриент» была разработана ЦИТ БГУ и использовалась приемной комиссией с 1999 г. Система разработана на платформе системы управления базами данных Microsoft SQL Server 2019, включает в себя 17 приложений, реализованных в двухуровневой архитектуре «клиент – сервер». Исполняемый код клиентских приложений хранится в базе данных системы и устанавливается на пользовательский компьютер в момент первого запуска.

Информационная система «Абитуриент» включает в себя следующие основные подсистемы:

- база данных абитуриентов;
- личный кабинет абитуриента;
- подсистема «Приемная кампания»;
- подсистема «Списки и статистика».

Информационная система «Абитуриент» позволяет формировать электронное личное дело, получать информацию о составе подавших документы, ходе приема документов и вступительных экзаменов, результатах приема в высшие учебные заведения, формировать все необходимые формы отчетности для Министерства образования и других органов госуправления.

Абитуриент может зарегистрироваться в личном кабинете абитуриента и получать необходимую информацию в онлайн-режиме в течение всего периода приемной кампании.

Период функционирования системы подразделяется на следующие этапы:

- настройка системы на правила приема в университет в текущем году;
- доэкзаменационный период – прием документов у абитуриентов;
- экзаменационный период – проведение вступительных экзаменов;
- послеэкзаменационный период – зачисление абитуриентов в состав студентов.

В период настройки системы выполняются следующие действия: определение полномочий доступа к данным системы, определение атрибутов анкеты абитуриента и список специальностей, по которым осуществляется прием, план приема, список вступительных экзаменов и соответствие со списком дисциплин централизованного тестирования и пр.

В экзаменационный период создаются анкеты абитуриентов на основе документов, поданных в приемную комиссию: паспорта, заявления, аттестата и др., или на основании личного кабинета абитуриента, создаются экзаменационные группы абитуриентов. В этот период формируются выходные формы о ходе приема документов, статистические отчеты о конкурсах и проходных баллах на бюджетную и платную формы обучения, а также протоколы допуска к вступительным испытаниям на разные формы обучения.

В экзаменационный период формируются, в частности для вывода на печать, экзаменационные ведомости, ведомости на доэкзаменационное тестирование, на собеседование. Предусмотрено формирование индивидуальных ведомостей в случае невозможности для абитуриента явиться на экзамен в указанный в расписании срок. По результатам экзаменов в базе данных сохраняются отметки, полученные абитуриентами на экзаменах. В этот период формируются для вывода на печать выходные формы хода сдачи экзаменов абитуриентами, общие статистические сведения о распределении абитуриентов по баллам в рамках заданных специальностей и пр.

В послеэкзаменационный период формируются протоколы приемной комиссии о зачислении абитуриентов в состав первокурсников или на соответствующие курсы. После учета различных критериев зачисления абитуриентов с полупроходным баллом формируются приказы о зачислении. В этот период осуществляется формирование многочисленных статистических форм и отчетов для Министерства образования Республики Беларусь и иных органов государственно-

го управления: о качественном составе зачисленных; списки студентов I курса с номерами зачетных книжек; сведения о распределении I курса по различным критериям; сведения для конвертации во внешние информационные системы.

По завершении периода приемной кампании и зачисления абитуриентов на соответствующий курс выполняется экспорт сведений о зачисленных в базу данных информационной системы «Студенты».

Для обеспечения безопасности доступа используется интегрированная модель системы безопасности системы управления базами данных MS SQL Server. Авторизация зарегистрированных пользователей проводится на уровне Active Directory, им предоставляются полномочия доступа в соответствии с должностными функциями в приемной комиссии.

Разработанная в БГУ подсистема «Абитуриент» приобретена и внедрена в ряде ведущих вузов Республики Беларусь.

4.6.4. Информационная система «Студенты»

Информационная система «Студенты» предназначена для автоматизации бизнес-процессов и ведения документооборота и отчетности по работе со студентами, магистрантами, аспирантами, докторантами и другими обучающимися в БГУ.

Информационная система «Студенты» разработана ЦИТ БГУ и используется различными службами университета с 2001 г. Система реализована на платформе системы управления базами данных Microsoft SQL Server 2019 и состоит из 22 клиентских приложений, исполненных в двухуровневой архитектуре «клиент – сервер». Исполняемый код клиентских приложений хранится в базе данных системы и устанавливается на пользовательский компьютер в момент первого запуска. Необходимые обновления устанавливаются автоматически по мере необходимости, без участия пользователя.

Информационная система «Студенты» охватывает функционирование таких подразделений, как деканаты факультетов, управление кадров, учебно-методическое управление, стипендиальный отдел, отдел платных услуг в образовании, библиотека, военная кафедра, кафедра физического воспитания, студенческий городок.

Основными функциями информационной системы «Студенты» являются:

- формирование личной и учебной карточек студента;
- ведение базового и рабочего учебного плана;

- формирование расписания занятий и экзаменов;
- формирование и вывод на печать различных типов экзаменационных, зачетных и сводных ведомостей, договора на обучение;
- выполнение необходимых расчетов и назначение стипендий;
- формирование приложения к диплому, академических справок и различных отчетных документов;
- ведение полного цикла делопроизводства и документооборота по движению студентов с момента поступления в вуз до момента выпуска и распределения;
- автоматическое формирование текстов и формулировок кадровых приказов;
- формирование счетов на оплату обучения и других типов платежей;
- доступ и сохранение в режиме реального времени платежей по выставленным счетам;
- доступ обучающихся к расписанию занятий, сведениям об успеваемости и задолженности в рамках личных кабинетов.

В информационной системе «Студенты» реализованы функции для подготовки первичной информации для Active Directory при создании учетных записей для студентов.

В информационной системе «Студенты» реализована интеграция с информационными системами, функционирующими в инфраструктуре БГУ:

- информационной системой «Библиотека»;
- информационной системой «Студенческий городок»;
- информационной системой «С-Стипендия»;
- образовательной информационной системой Moodle.

Одной из функций информационной системы «Студенты» является обмен в режиме реального времени с АИС «Расчет» (ЕРИП). Это позволяет выставлять и осуществлять платежи за оказание различных платных образовательных услуг, включая оплату стоимости обучения, пересдач экзаменов и зачетов и др.

В качестве пользовательского сервиса информационной системы «Студенты» используется личный кабинет студента – веб-приложение, доступное во внутренней сети БГУ и в сети Интернет. Указанный сервис осуществляет агрегацию данных для студентов и выполняет следующие основные функции:

- электронная зачетная книжка;
- персонализированное расписание;
- выставление оплаты за образовательные услуги;
- информация о заселении в общежитие;

- информация о выпуске студенческого билета;
- новостная лента.

Реализация функций так называемой электронной зачетной книжки позволила отказаться от бумажной зачетки и включает в себя:

- веб-доступ к оценкам в личном кабинете;
- надежное и безопасное хранение сведений об успеваемости в информационной системе «Студенты»;
- возможность распечатки учебной карточки студента с историей всех изменений и исправлений из журнала базы данных.

4.6.5. Система образовательных порталов Белорусского государственного университета

Система образовательных порталов БГУ реализована на основе системы управления учебным процессом Moodle – бесплатной платформы с открытым кодом, доработанной в БГУ. В процессе доработки была обеспечена интеграция с системой идентификации и аутентификации и системой «Студенты», а также с корпоративной системой видео-конференц-связи на платформе BigBlueButton. Система функционирует на базе кластера виртуальных машин под управлением операционных систем семейства Linux в среде виртуализации Microsoft HyperV.

Система образовательных порталов имеет распределенную структуру, а также систему автоматической балансировки нагрузки в части видеосерверов, как показано на рис. 9. Разработка такой архитектуры была обусловлена следующими причинами:

- обеспечение отказоустойчивости системы образовательных порталов;
- решение проблемы обеспечения работы достаточно большого количества пользователей;
- реализация базовой схемы обеспечения безопасности.

Система образовательных порталов выполняет следующие функции:

- управление пользователями на основе системы идентификации и аутентификации БГУ;
- загрузка образовательного контента, представленного в различных форматах – текстовых и мультимедийных, управление этим контентом и доступом к нему;
- организация дистанционного проведения различных типов занятий (семинары, контрольные работы, тесты и др.);

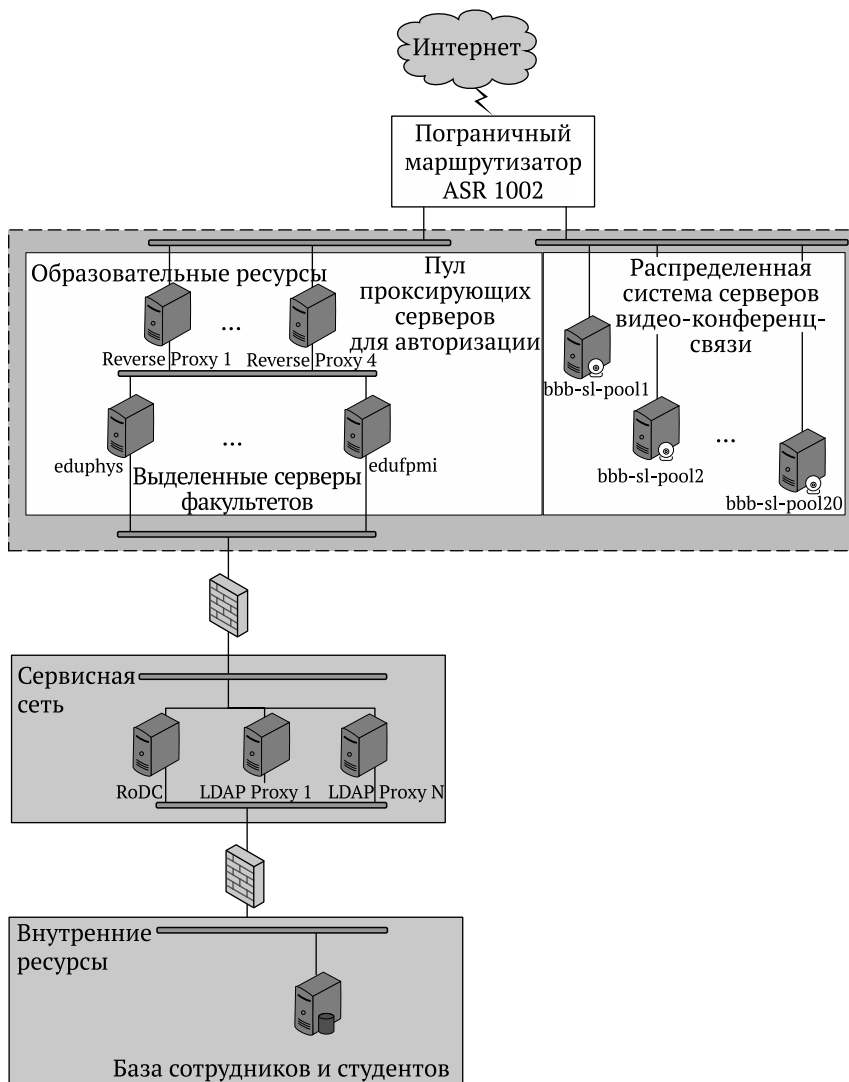


Рис. 9. Архитектура системы образовательных серверов

- проведение онлайн-мероприятий (лекций, семинаров, консультаций, экзаменов) с использованием интегрированной системы видео-конференц-связи;
- контроль и оценка самостоятельной работы студентов;

– хранение и актуализация итоговых и промежуточных оценок знаний, формирование отчетов.

Пользователями системы образовательных порталов БГУ являются:

- преподаватели и уполномоченные сотрудники БГУ;
- обучающиеся БГУ (студенты, магистранты, аспиранты, слушатели);
- внешние пользователи: школьники, абитуриенты, участники конференций.

Общее число пользователей – около 40 000, из них более 98 % проходят аутентификацию на основе учетных записей систем аутентификации БГУ. Аккаунт студента/сотрудника на образовательных порталах создается автоматически на основании данных и факта наличия аккаунта после первого входа на портал. Аккаунты на образовательных порталах удаляются в рамках периодического обслуживания системы по истечении сроков, оговоренных законодательством. По заявкам создаются локальные технические аккаунты для мероприятий, аккаунты внешних пользователей.

Система образовательных порталов работает через веб-браузер по протоколу HTTPS. Порталы поддерживают SSL и используют внешний сертификат для работы за пределами университета.

4.6.6. Электронная библиотека Белорусского государственного университета

Электронная библиотека БГУ (ЭБ БГУ) – комплексная информационная система сбора и хранения представленных документов в электронной форме разных типов и видов, которая обеспечивает при однократном вводе ресурса в систему возможность многоаспектной обработки и многократного использования информации для удовлетворения информационных потребностей пользователей.

Электронная библиотека БГУ является частью Фундаментальной библиотеки БГУ. В ЭБ БГУ представлены ресурсы как открытого (документы в электронном виде, на которые не распространяется закон об авторском праве, документы, предоставленные авторами в целях их публикации в глобальной сети, и т. п.), так и авторизованного доступа. Доступ к ресурсам ЭБ БГУ осуществляется по компьютерным сетям.

Основными задачами ЭБ БГУ являются:

- обеспечение массового доступа к информационным ресурсам в цифровых форматах различных категорий пользователей;

- обеспечение доступа к информации, существующей исключительно в цифровых форматах;
- предоставление пользователям качественно новых возможностей работы с большими объемами информации;
- интеграция информационных ресурсов БГУ в мировое информационное пространство;
- долгосрочное хранение информационных ресурсов в цифровых форматах.

Электронная библиотека БГУ разработана на открытой платформе DSpace и имеет распределенное администрирование (более 200 редакторов).

Электронная библиотека БГУ содержит полные тексты:

- изданий, выпущенных в свет издательством БГУ;
- учебно-методических материалов факультетов;
- учебно-программной документации;
- авторефератов диссертаций,
- отчетов о научно-исследовательской работе (НИР);
- сборников научных трудов;
- материалов конференций;
- журналов БГУ;
- оцифрованных документов из фонда Фундаментальной библиотеки БГУ, срок действия авторского права на которые истек.

Электронная библиотека БГУ содержит более 200 000 документов.

В международном рейтинге Transparent Ranking of Repositories по состоянию на 2022 г. ЭБ БГУ занимает второе место среди университетских цифровых хранилищ в мире.

4.6.7. Информационная система «Управление персоналом»

Информационная система «Управление персоналом» предназначена для централизованного учета и обработки сведений об организационно-штатной структуре и персонале университета и автоматизации функций кадрового документооборота.

Информационная система «Управление персоналом» разработана ЦИТ БГУ и используется специалистами различных подразделений с 2004 г. Система реализована на платформе системы управления базами данных Microsoft SQL Server 2019 и включает в себя 16 приложений, исполненных в двухуровневой архитектуре «кли-

ент – сервер». Исполняемый код клиентских приложений хранится в базе данных системы и устанавливается на пользовательский компьютер в момент первого запуска.

Основными функциями информационной системы «Управление персоналом» являются:

- ведение сведений об организационной структуре университета;
- ведение сведений о штатной структуре университета;
- формирование личных дел сотрудников БГУ;
- формирование штатно-должностной книги в разрезе структурных подразделений;
- автоматизация кадрового документооборота;
- автоматизация оформления кадровых приказов;
- создание и сопровождение необходимых локальных классификаторов и справочников;
- ведение базового справочника должностей и профессий, организованного на базе Общегосударственного классификатора профессий рабочих и должностей служащих;
- создание кадрового архива;
- автоматизация и контроль назначения и отмены обязательных, определенных государственным нормативными актами надбавок и доплат, расчеты количества дней трудового отпуска с учетом дополнительных условий пропорционально отработанному времени;
- ведение сведений о движении персонала;
- создание форм персонифицированного учета для Фонда социальной защиты населения;
- формирование списков по установленным критериям отбора;
- формирование и вывод на печать статистических форм и отчетов.

Информационная система «Управление персоналом» для исключения дублирования функций ввода первичных данных интегрирована с информационной системой «Студенты» в части создания расписания занятий и экзаменов и расчета нагрузки преподавателей, а также информационной системой «Телефонный справочник БГУ» в части сопоставления назначения телефонного номера структурным подразделениям и работникам университета и выставления счетов на оплату услуг связи, библиотечной информационной системой.

В настоящее время ведется разработка интеграционного модуля для обмена данными с АИС «Управление финансами». К двустороннему обмену подготовлены более 200 структур с первичными данными.

Для обеспечения безопасности доступа используется интегрированная (mixed) модель системы безопасности системы управления базами данных MS SQL Server. Авторизация зарегистрированных пользователей проводится на уровне Active Directory. Авторизованным пользователям предоставляются полномочия доступа в соответствии с их должностными функциями и информационными потребностями.

4.6.8. Личный кабинет работника Белорусского государственного университета

Личный кабинет работника БГУ создан в целях обеспечения информированности сотрудников о внутренних процессах университета и вовлеченности в них, повышения взаимодействия работников университета. Функциональные возможности личного кабинета выходят за рамки системы «Управление персоналом» и определяют модель ролевого доступа.

Личный кабинет предоставляет следующую информацию пользователю с ролью работника БГУ:

- личная информация;
- паспортные данные, адреса и телефоны;
- сведения о семейном положении;
- текущие зачисления;
- аттестации и конкурсы;
- трудовые и социальные отпуска;
- командировки;
- больничные листы;
- сведения о полученном образовании;
- сведения о научной квалификации;
- сведения о профессиональном обучении;
- профиль ученого;
- награды;
- расчетные листы;
- актуальная информация о деятельности БГУ, проводимых мероприятиях и т. п.

Через личный кабинет работнику БГУ предоставляется доступ к облачному защищенному хранилищу данных БГУ.

Личный кабинет дополнительно предоставляет руководителю подразделения БГУ следующую информацию:

- списочный состав персонала подразделения и данные о работниках (см. выше);

- печать расчетных листов;
- назначение помощника с правами доступа руководителя;
- назначение увеличений и надбавок;
- назначение премиального фонда;
- табель рабочего времени.

Пользователь с ролью «преподаватель» получает доступ к следующей информации:

- список собственных публикаций (редактирование и просмотр);
- индивидуальный план (заполнение плана и отчета, просмотр);
- карточки № 1, 2 учета проведенных занятий (заполнение и просмотр);
- рейтинговая система профессорско-преподавательского состава (ввод показателей и просмотр собственных данных и данных коллег по кафедре);
- расписание занятий;
- расписание экзаменов;
- архивы рейтинговой системы, индивидуальных планов, карточек № 1, 2 учета проведенных занятий.

Заведующему кафедрой БГУ дополнительно доступна следующая информация:

- контроль и утверждение индивидуальных планов преподавателей;
- контроль карточек № 1, 2 учета проведенных занятий преподавателей кафедры;
- расписание занятий преподавателей кафедры;
- расписание экзаменов преподавателей кафедры;
- рейтинговая система профессорско-преподавательского состава (контроль и верификация отчетов преподавателей, исправление данных, назначение дополнительных баллов).

Кроме того, в личном кабинете реализован следующий функционал:

- назначение кураторов;
- контроль кураторов;
- администрирование сотрудников подразделений.

Личный кабинет работника БГУ интегрирован с системой аутентификации, системой «Управление штатно-организационной структурой БГУ», информационной системой «Управление персоналом», системой «Студенты», базами данных рассылки информационных сообщений, системой «Управление финансами», защищенным облачным репозиторием.

4.6.9. Информационная система «Телефонный справочник БГУ»

Информационная система «Телефонный справочник БГУ» предназначена для автоматизации функций закрепления телефонных номеров за структурными подразделениями и сотрудниками БГУ, выставления счетов на оплату услуг связи и отчетности по работе с телефонными номерами внутренней АТС БГУ и операторов, предоставляющих услуги телефонной связи.

Система разработана ЦИТ БГУ и используется различными службами университета с 1999 г. Система реализована на платформе системы управления базами данных Microsoft SQL Server 2019 и состоит из четырех клиентских приложений, исполненных в двухуровневой архитектуре «клиент – сервер».

Информационная система «Телефонный справочник БГУ» охватывает функционирование таких подразделений, как отдел эксплуатации информационно-коммуникационных систем, управление бухгалтерского учета и финансов. Также приложения системы используются иными уполномоченными сотрудниками структурных подразделений университета. Информация о телефонах структурных подразделений и работниках из телефонного справочника доступна в веб-приложении на интернет- и интранет-сайтах БГУ.

Информационная система «Телефонный справочник БГУ» для исключения дублирования функций ввода первичных данных интегрирована с информационной системой «Управление персоналом» в части сбора сведений об организационной структуре и о сотрудниках университета.

4.6.10. Информационная система «Студгородок»

Информационная система «Студгородок» осуществляет автоматизацию деятельности подразделений студенческого городка БГУ. Существующее централизованное хранение информации об обучающихся в университете позволяет в короткие сроки дополнять электронные личные дела иногородних студентов информацией, находящейся в компетенции служб студенческого городка БГУ.

Особенностью информационной системы «Студгородок» БГУ является высокая степень интеграции с основными компонентами ИИСУУ БГУ.

4.6.11. Информационная система «Управление финансами»

Автоматизированная информационная система «Управление финансами» выполняет функцию комплексной автоматизации процессов управления финансами БГУ и является частью АИС БГУ.

Структурная схема АИС «Управление финансами» представлена на рис. 10.

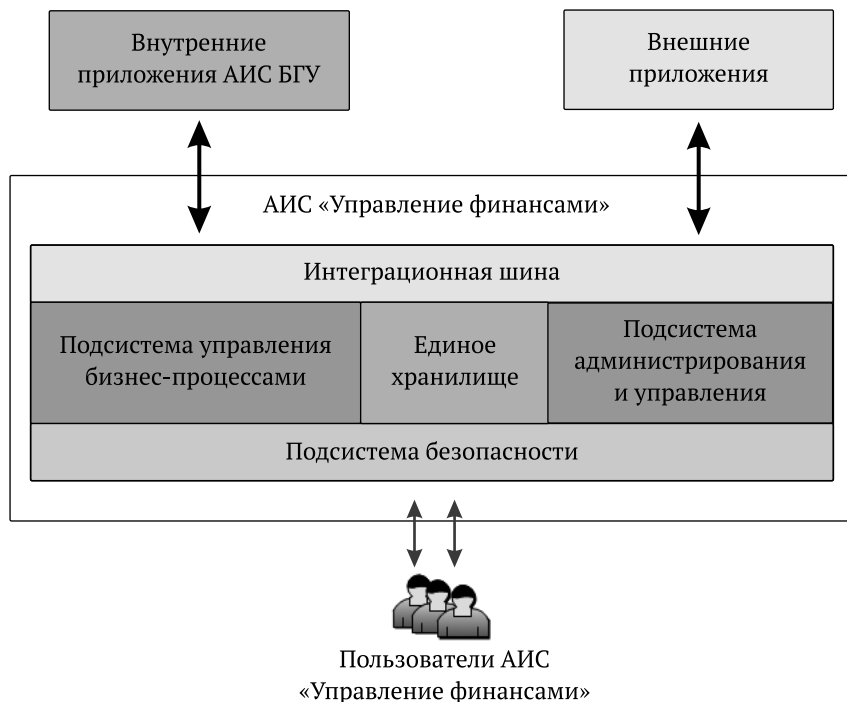


Рис. 10. Структурная схема АИС «Управление финансами»

Структура системы состоит из следующих основных компонентов:

- подсистема управления бизнес-процессами. Основное назначение подсистемы – автоматизация функций АИС «Управление финансами», обеспечение пользователей подсистемы инструментом выполнения своих функциональных обязанностей;
- подсистема администрирования и управления. Подсистема предназначена для организации доступа пользователей к компо-

нентам подсистемы в соответствии с их уровнем доступа и назначенными ролями;

- подсистема «Интеграционная шина». Подсистема предназначена для организации взаимодействия компонентов системы и решает следующие задачи: обеспечение взаимодействия с внутренними приложениями АИС БГУ; обеспечение взаимодействия с внешними приложениями; обеспечение безопасности взаимодействия; мониторинг событий взаимодействия;

- единое хранилище. Хранение данных в АИС «Управление финансами» обеспечивается подсистемой «Единое хранилище данных», которое обеспечивает хранение как структурированной, так и неструктурированной информации. Система предусматривает резервное копирование и восстановление данных.

Функциональная структура АИС «Управление финансами» включает в себя несколько подсистем. Подсистема управления бизнес-процессами:

- учет материальных ценностей;
- учет горюче-смазочных материалов (ГСМ), шин и аккумуляторных батарей;
- учет общественного питания;
- учет договоров;
- учет расчетов с подотчетными лицами;
- учет банковских операций;
- учет расчетов с дебиторами и кредиторами;
- учет кассовых операций и депонированных сумм;
- учет расчетов по коммунальным платежам за помещения в безвозмездном пользовании;
- учет платы за обучение;
- учет платы за общежитие;
- расчет стипендии и других выплат;
- учет расчетов по договорам поставки и строительного подряда;
- учет расчетов по аренде;
- учет расчетов услуг связи;
- учет заработной платы и персонифицированный учет;
- учет финансирования и расходов НИР;
- исполнение сметы доходов и расходов;
- главная книга;
- расчет налогов;
- сводная бухгалтерская отчетность;
- закупки;
- учет недвижимости.

Подсистема администрирования и управления:

- администрирование и управление правами;
- управление нормативно-справочной информацией (НСИ);
- аналитика и отчетность;
- аутентификация и авторизация;
- резервное копирование и восстановление;
- аудит событий;
- уведомления.

Подсистема «Интеграционная шина»:

- аудит;
- шлюз API;
- обмен данными с внешними приложениями.

Подсистема «Единое хранилище данных»:

- база данных;
- репозиторий неструктурированной информации.

4.6.12. Многофункциональные интеллектуальные идентификационные карты

В 2003 г. БГУ был реализован пилотный проект по внедрению нового типа студенческого билета на основе МИИК, обеспечивавших радиочастотную (на платформе Mifare Classic) и визуальную идентификацию владельца. В 2010–2011 гг. данный вид студенческого билета был внедрен во всех УВО Республики Беларусь.

В 2015 г. в БГУ был разработан опытный образец удостоверения сотрудника БГУ, совмещенный с полнофункциональной международной платежной картой MasterCard. В 2017 г. разработан прототип студенческого билета на современной платформе Mifare Plus, совмещенный с бесконтактной международной платежной картой MasterCard.

Новый тип студенческого билета (МИИК), внедренный в БГУ и ряде других УВО Республики Беларусь, объединяет в себе идентификационную карту (электронный студенческий билет) с радиочастотной (Mifare Plus на третьем уровне безопасности) и визуальной идентификацией владельца, а также полнофункциональную международную платежную карту MasterCard с беспроводным интерфейсом.

В настоящее время в БГУ создана инфраструктура для использования новых электронных документов на платформе Mifare Plus, а также разработана методика перехода УВО на аутентификацию с помощью карт Mifare Plus.

В настоящее время в БГУ реализована следующая функциональность МИИК:

- электронный читательский билет;
- аутентификация пользователей сети БГУ;
- идентификация и аутентификация в системе контроля и управления доступом в корпусах БГУ;
- учет и льготирование питания в пунктах общественного питания БГУ.

Эмиссия МИИК осуществляется банком, обслуживающим БГУ, с помощью автоматизированной системы, обеспечивающей реализацию следующих функций:

- формирование пакета данных из информационной системы «Студенты»;
- передача данных в банк по выделенному защищенному каналу;
- обработка входящих данных о выпущенных картах;
- отслеживание статуса карт и обработка ошибок.

4.6.13. Защищенный облачный репозиторий

Информационная система защищенного облачного репозитория письменных работ обучающихся, работников учреждений образования и научных организаций представляет собой совокупность архитектурных решений и программных средств, предназначенных для обеспечения надежного хранения информации с использованием облачных технологий и облачного сервиса, предоставляющего безопасный доступ к хранимым в облаке ресурсам мобильным пользователям вне зависимости от используемой ими аппаратно-программной платформы.

При организации облачного хранилища в БГУ упор был сделан на использование распределенной файловой системы. Это связано со следующими недостатками аппаратных систем хранения.

1. Ограниченность общей пропускной способности шины взаимодействия с системой хранения, как уже отмечалось выше.

Например, согласно технической документации, для системы Lenovo DE6000H пропускная способность чтения данных достигает 21 Гбит/с. Очевидно, что при росте числа клиентов, особенно подключающихся извне, данной пропускной способности будет недостаточно. При использовании распределенных файловых систем существенна независимость запросов, направляемых к хранилищу, и, хотя производительность каждого отдельно взятого подключения

будет ниже, чем у названной выше системы, совокупный поток данных к системе / от нее может быть практически не ограничен. Это достигается за счет возможности увеличения точек доступа к ресурсам распределенной файловой системы и организации альтернативных путей доступа к хранилищу данных, пропускная способность которых практически не ограничена и совокупно может значительно превышать ограничение в несколько десятков, сотен и даже тысяч гигабит в секунду.

2. Необходимость локализации в пределах одной географической площадки системы хранения и систем, использующих ее.

В качестве основы такого хранилища целесообразно выбрать одну из бесплатно распространяемых систем с открытым исходным кодом.

Автоматизированная информационная система строится из следующих компонентов:

- аппаратно-программная платформа для организации отказоустойчивого хранилища данных с разнесенными сетями управления и данных;
- система управления и мониторинга состояния отказоустойчивого хранилища;
- IaaS-платформа на базе ресурсов ЦОД для развертывания микросервисов системы облачного хранилища;
- набор образов микросервисов, предоставляющих интерфейс пользователя облачного хранилища.

При выборе технологий и решений одним из основных требований было использование решений, основанных на общедоступных технологиях и протоколах, представленных в виде свободно распространяемого исходного кода.

Общая архитектура системы представлена на рис. 11.

Облачное хранилище состоит из следующих модулей:

- модуль пользовательского интерфейса, который отвечает за программную часть пользовательского интерфейса;
- модуль интеграции с личным кабинетом, который обеспечивает интеграцию с личным кабинетом сотрудника и студента;
- модуль рецензирования, предназначенный для рецензирования и отслеживания изменений письменных работ обучающихся;
- модуль аутентификации, который отвечает за аутентификацию пользователей. Он интегрирован со службой Active Directory и RADIUS;
- модуль отказоустойчивого распределенного хранения.

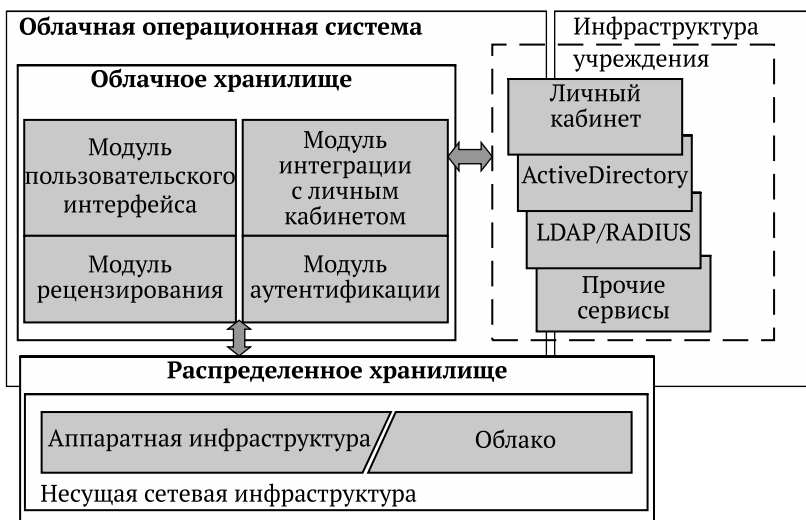


Рис. 11. Общая архитектура системы

Модуль отказоустойчивого распределенного хранения был разработан на основе распределенной файловой системы Serp [3], так как она обладает следующими основными особенностями реализации:

- система объединяет ресурсы нескольких серверов в единый кластер с единой системой управления;
- данные хранятся в виде блоков (подобно традиционной файловой системе), и система проводит постоянный мониторинг состояния данных блоков, их контроль и репликацию на лету в случае необходимости;
- Serp предоставляет разнообразные интерфейсы доступа к хранимым данным, что также является предметом исследования с целью выделения более производительных и/или более устойчивых к отказам механизмов;
- в Serp реализован веб-интерфейс управления кластером с элементами мониторинга состояния.

При установке серверов кластера Serp в качестве базовой операционной системы была выбрана CentOS Linux release 7.7.1908, версия ядра 3.10.0-1062-el7.x86_64. С использованием службы SSH между серверами кластера были настроены доверительные отношения, необходимые для развертывания Serp.

При создании модуля хранения были дополнительно развернуты службы DHCP и NIS. Использование данных служб позволяет сокра-

тить затраты на конфигурирование и последующее обслуживание системы отказоустойчивого хранения за счет механизма централизованного распределения необходимой для функционирования системы информации. Ведение таких служб позволяет, например, сократить время на добавление нового сервера в уже существующую систему хранения, поскольку на новый сервер устанавливается набор типового программного обеспечения, а настройки, необходимые для интеграции сервера в общую систему, передаются данными службами.

Сервер DHCP используется для распространения настроек сетевых интерфейсов серверов кластера. В текущей конфигурации объявлены две подсети, соответствующие сегментам, описанным в предыдущем разделе.

Сервер NIS используется для распространения конфигурационных файлов, необходимых для функционирования кластера, в частности информации о некоторых учетных записях, необходимых для автоматизированного обслуживания системы хранения, имен серверов и т. д.

На основе проведенного анализа существующих открытых решений в качестве основы для создаваемой платформы, предоставляющей облачный интерфейс доступа к отказоустойчивому хранилищу, была выбрана система NextCloud [6]. Дополнительная сложность при выборе платформы связана с необходимостью не просто провести установку выбранного решения на некоторый сервер, а создать образ виртуальной машины, независимой от облачной платформы, на которой в последующем такая виртуальная машина может быть развернута. В связи с этим в качестве основной операционной системы для виртуальной машины была выбрана CentOS Linux GenericCloud 1907, которая, в свою очередь, является облачной реализацией CentOS Linux release 7.6.1810 (Core) с версией ядра Linux 3.10.0-957.27.2.el7.x86_64.

Для обеспечения свободной миграции между различными облачными средами исходный образ был преобразован в формат VHD, что позволяет запускать его на большей части виртуальных сред, в частности OpenStack и Windows Hyper-V, с использованием которых на данный момент функционируют облачные решения в БГУ.

Отметим, что создаваемый модуль обеспечивает лишь интерфейсное взаимодействие между пользователем и безопасным хранилищем, не требует больших объемов дискового пространства и, как следствие, сокращается время на развертывание и запуск нового образа виртуальной машины в случае необходимости.

Выводы

Современный университет – это открытый, мобильный, инновационный, креативный, предпринимательский, развивающийся, конкурентоспособный, социально ответственный университет. В современных условиях одним из важных условий его развития и повышения привлекательности для абитуриентов является трансформация ключевых процессов деятельности УВО. Его развитие требует в первую очередь трансформации вузовской системы менеджмента из системы учета в систему эффективного, проактивного управления, направленную на постоянное улучшение качества предоставляемых услуг и позволяющую интегрировать задачи стратегического управления с текущей деятельностью, а также обеспечить всеобщее вовлечение студентов, персонала (и других заинтересованных сторон) в процесс модернизации университета. Основа для трансформации ключевых процессов учреждения образования – это современная интегрированная информационная система вуза.

При проектировании и создании ИИСУО необходимо делать акцент, во-первых, на создании единого информационного ядра, во-вторых – на интеграционных связях между элементами системы.

БЕЗОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

5.1. Методология обеспечения безопасности образовательных информационно-коммуникационных систем

Следует иметь в виду, что значительная доля кибератак (около 9 %) в мире в 2021 г. приходилась на учреждения науки и образования (данные Positive Technologies (<https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2021/>)). Методология обеспечения безопасности образовательных информационно-коммуникационных систем в целом достаточно детально определяется действующими нормативными правовыми актами, в числе которых следует выделить:

- законы Республики Беларусь от 10 ноября 2008 г. № 455-3 «Об информации, информатизации и защите информации», от 7 мая 2021 г. № 99-3 «О защите персональных данных»;
- указы Президента Республики Беларусь от 9 декабря 2019 г. № 449 «О совершенствовании государственного регулирования в области защиты информации», от 28 октября 2021 г. № 422 «О мерах по совершенствованию защиты персональных данных»;
- приказы Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 20 февраля 2020 г. № 66 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 9 декабря 2019 г. № 449», от 12 ноября 2021 г. № 195 «О технической и криптографической защите персональных данных».

Тем не менее такая методология применительно к системе образования должна учитывать особенности, присущие образовательным информационно-коммуникационным системам,

соответствующие угрозы и риски. К таким особенностям следует отнести:

- наличие агрессивной внутренней и внешней среды (внутренние и внешние пользователи, хакеры и т. п.);

- разнообразный контингент пользователей (студенты, магистранты, аспиранты, преподаватели, научные сотрудники, иные работники), которым предоставляются различные права доступа к информационным ресурсам и сервисам и которые могут иметь различные возможности и мотивы для непредумышленного или умышленного нарушения безопасности информации;

- гетерогенность образовательных сетей, наличие проводных и беспроводных сегментов, подключение к локальным сегментам этих сетей личных мобильных устройств (ноутбуков, смартфонов, планшетов) пользователей;

- непрерывное развитие, модернизацию и масштабирование сетевой инфраструктуры и информационных систем;

- отсутствие четких критериев ограничения доступа пользователей к внешним информационным ресурсам (трудно однозначно отнести к нежелательным ресурсы, которые потенциально могут использоваться в образовательных или исследовательских целях).

Проблемы безопасности образовательных информационно-коммуникационных систем исследовались авторами монографии в работах [38–44].

В целом образовательная информационно-коммуникационная система с точки зрения обеспечения безопасности информации должна рассматриваться как совокупность взаимодействующих информационных систем, развиваемая и модернизируемая с течением времени. Для каждой из этих систем в соответствии с действующими нормативными правовыми актами должна быть создана система защиты информации (если владельцем системы является государственная организация и/или она обрабатывает информацию, распространение и/или предоставление которой ограничено). Такие системы защиты информации можно разделить на два контура. Первый – общий для всех систем, размещенных в рамках одной локальной сети и/или одного ЦОД, который обеспечивается общими для всех систем средствами защиты информации в рамках сети и/или ЦОД. Второй – средства защиты информации, используемые в рамках конкретной информационной системы. Далее мы не рассматриваем вопросы информационной безопасности критически

важных объектов информатизации и защиту информации в системах, которых обрабатывают информацию, составляющую государственные секреты.

5.1.1. Классификация информационных систем

На первом этапе решения задачи обеспечения безопасности информации следует отнести информационную систему к тому или иному классу типовых информационных систем. Для этого прежде всего необходимо определить правовой режим обрабатываемой информации: общедоступная или информация, распространение и/или предоставление которой ограничено.

Если в системе хранится и обрабатывается общедоступная информация, то в соответствии с Законом Республики Беларусь от 10 ноября 2008 г. № 455-З «Об информации, информатизации и защите информации» для нее создается система защиты информации при условии, что эта система является государственной (государственная информационная система – информационная система, создаваемая и/или приобретаемая за счет средств республиканского или местных бюджетов, государственных внебюджетных фондов, а также средств государственных юридических лиц). Государственные информационные системы подлежат регистрации (см. ст. 26 Закона «Об информации, информатизации и защите информации»). В соответствии со ст. 28 этого Закона «не допускается эксплуатация государственных информационных систем без реализации мер по защите информации. Обеспечение целостности и сохранности информации, содержащейся в государственных информационных системах, осуществляется путем установления и соблюдения единых требований по защите информации от неправомерного доступа, уничтожения, модификации (изменения) и блокирования правомерного доступа к ней, в том числе при осуществлении доступа к информационным сетям». Иные требования к защите информации государственных информационных систем, обрабатывающих общедоступную информацию, не предъявляются.

К информации, распространение и/или предоставление которой ограничено в соответствии с вышеупомянутым законом, относятся:

- информация о частной жизни физического лица и персональные данные;
- информация, составляющая коммерческую, профессиональную, банковскую и иную охраняемую законом тайну;

- служебная информация ограниченного распространения;
- информация, содержащаяся в делах об административных правонарушениях, материалах и уголовных делах органов уголовного преследования и суда до завершения производства по делу;
- сведения, составляющие государственные секреты;
- иная информация, доступ к которой ограничен законодательными актами Республики Беларусь.

Правовой режим информации, распространение и/или представление которой ограничено, определяется настоящим Законом и иными законодательными актами Республики Беларусь.

В образовательных информационно-коммуникационных системах, как правило, обрабатываются данные о частной жизни физического лица и персональные данные, информация, составляющая коммерческую, профессиональную, банковскую и иную охраняемую законом тайну, служебная информация ограниченного распространения (с грифом «Для служебного пользования»).

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» в персональные данные входит любая информация, относящаяся к идентифицированному физическому лицу или физическому лицу, которое может быть идентифицировано. В категории персональных данных выделяются специальные персональные данные, касающиеся расовой либо национальной принадлежности, политических взглядов, членства в профессиональных союзах, религиозных или других убеждений, здоровья или половой жизни, привлечения к административной или уголовной ответственности, а также биометрические и генетические персональные данные. Кроме того, выделяются общедоступные персональные данные, распространенные самим субъектом персональных данных с его согласия или в соответствии с требованиями законодательных актов.

Отнесение информации к коммерческой, профессиональной, банковской и подобным тайнам, служебной информации ограниченного распространения («Для служебного пользования») осуществляется на основании соответствующих нормативных правовых актов (Банковский кодекс Республики Беларусь, законы «О коммерческой тайне», «О здравоохранении», «Об адвокатуре и адвокатской деятельности в Республике Беларусь», постановление Совета Министров Республики Беларусь «О служебной информации ограниченного распространения и информации, составляющей коммерческую тайну» и др.).

Класс типовой информационной системы определяется в соответствии с прил. 1 «Классы типовых информационных систем» к Положению о порядке технической и криптографической защиты информации в информационных системах, предназначенных для обработки информации, распространение и/или предоставление которой ограничено (в редакции приказа Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 12 ноября 2021 г. № 195). Отнесение информационной системы к классу типовых информационных систем оформляется актом по форме согласно прил. 2 к вышеупомянутому Положению.

5.1.2. Обеспечение безопасности информационных систем на протяжении их жизненного цикла

Проектирование, создание и эксплуатация системы защиты информации осуществляются в соответствии с Положением о порядке технической и криптографической защиты информации в информационных системах, предназначенных для обработки информации, распространение и/или предоставление которой ограничено, Положением о порядке аттестации систем защиты информации информационных систем, предназначенных для обработки информации, распространение и/или предоставление которой ограничено, утвержденными приказом Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 20 февраля 2020 г. № 66 (в редакции приказа Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 12 ноября 2021 г. № 195). Отметим, что действие этих положений не распространяется на системы, в которых обрабатываются общедоступные данные, в том числе персональные.

Далее осуществляется комплекс мероприятий по технической и криптографической защите информации:

- проектирование системы защиты информации;
- создание системы защиты информации;
- аттестация системы защиты информации;
- обеспечение функционирования системы защиты информации в процессе эксплуатации информационной системы;
- обеспечение защиты информации в случае прекращения эксплуатации информационной системы.

Следует отметить, что работы по технической и криптографической защите информации могут выполняться собственником информационной системы – подразделением защиты информации или иным подразделением (должностным лицом), ответственным за обеспечение защиты информации. Работники такого подразделения (должностное лицо) должны иметь высшее образование в области защиты информации либо высшее или профессионально-техническое образование и пройти переподготовку или повышение квалификации по вопросам технической и криптографической защиты информации в порядке, установленном законодательством. В противном случае для выполнения работ привлекаются организации, имеющими специальные разрешения (лицензии) на деятельность по технической и/или криптографической защите информации в части соответствующих работ, составляющих данный вид деятельности.

На этапе *проектирования* системы защиты информации осуществляются:

- анализ структуры информационной системы и информационных потоков (внутренних и внешних) в целях определения состава (количества) и мест размещения элементов информационной системы (аппаратных и программных), ее физических и логических границ;
- разработка и издание политики информационной безопасности;
- определение требований к системе защиты информации в техническом задании на ее создание;
- выбор средств технической и криптографической защиты информации;
- разработка (корректировка) общей схемы системы защиты информации.

Содержание перечисленных документов определяется гл. 3 Положения о порядке технической и криптографической защиты информации в информационных системах, предназначенных для обработки информации, распространение и/или предоставление которой ограничено. Требования к системе защиты информации в зависимости от используемых технологий и класса типовых информационных систем устанавливаются на основе перечня согласно прил. 3 к данному Положению.

При разработке политики информационной безопасности следует учитывать специфику образовательных информационных систем. Политика информационной безопасности должна учитывать

разнообразие категорий пользователей этих систем и устанавливать для них адекватные правила и ответственность за их нарушение.

Допускается создание единой системы защиты информации для нескольких информационных систем, функционирующих в общей программно-технической среде и принадлежащих одному собственнику (владельцу), и нескольких типовых информационных систем, принадлежащих одному собственнику (владельцу).

При проектировании системы защиты информации информационной системы, функционирование которой предполагается на базе информационной системы другого собственника (владельца), имеющей аттестованную систему защиты информации, может быть предусмотрено применение требований, реализованных в системе защиты информации данной системы этого собственника (владельца). Такие требования применяются согласно договору на оказание соответствующих услуг.

Создание системы защиты информации предполагает:

- внедрение средств технической и криптографической защиты информации, проверку их работоспособности и совместимости с другими объектами информационной системы;
- разработку (корректировку) документации на систему защиты информации по перечню, определенному в техническом задании;
- реализацию организационных мер по защите информации.

Аттестация систем защиты информации информационных систем проводится в соответствии с Положением о порядке аттестации систем защиты информации информационных систем, предназначенных для обработки информации, распространение и/или предоставление которой ограничено.

Аттестация проводится организациями, имеющими специальные разрешения (лицензии) на деятельность по технической и/или криптографической защите информации в части соответствующих составляющих данный вид деятельности работ. Однако собственники (владельцы) информационных систем вправе самостоятельно проводить аттестацию.

Аттестация проводится в случаях создания системы защиты информации, истечения срока действия аттестата соответствия, изменения технологии обработки защищаемой информации, изменения технических мер, реализованных при создании системы защиты информации. Аттестация вновь создаваемой системы защиты информации осуществляется до ввода информационной системы в эксплуатацию.

На этапе *эксплуатации* информационной системы осуществляются:

- контроль за соблюдением требований, установленных в нормативных правовых актах, документации на систему защиты информации собственника (владельца) информационной системы;
- контроль за порядком использования объектов информационной системы;
- мониторинг функционирования системы защиты информации;
- выявление угроз (анализ журналов аудита), которые могут привести к сбоям, нарушению функционирования информационной системы;
- резервное копирование информации, содержащейся в информационной системе;
- обучение (повышение квалификации) пользователей информационной системы.

Модернизация действующих систем защиты информации осуществляется в порядке, установленном для проектирования и создания таких систем.

В случае *прекращения эксплуатации* информационной системы собственник (владелец) информационной системы в соответствии с документацией на систему защиты информации принимает меры:

- по защите информации, которая обрабатывалась в информационной системе;
- резервному копированию информации и криптографических ключей (при необходимости), обеспечению их конфиденциальности и целостности;
- уничтожению (удалению) данных и криптографических ключей с машинных носителей информации и/или уничтожению таких носителей информации.

5.2. Технологии безопасности корпоративных научно-образовательных сетей

5.2.1. Архитектура безопасности

Современные корпоративные научно-образовательные сети являются гетерогенными сетями с разнородным оборудованием, операционными системами и множеством технологий, т. е. представляют собой сложную систему. Поэтому первым этапом внедрения техноло-

гий и мер защиты является разбиение сети на модули безопасности. В основу такой декомпозиции целесообразно положить принцип иерархической структуры. Этот принцип иерархии позволяет выполнить разбиение сети на блоки, двигаясь от общих методов обеспечения безопасности к отдельным конкретизируемым решениям. Разбиение на модули позволяет выделить из сложного объекта сети функционально самостоятельные типовые блоки. Каждый модуль выполняет определенную роль в корпоративной сети и имеет свои требования безопасности. Поэтому решения по безопасности распределенной корпоративной сети в целом можно представить как объединение множеств мер защиты каждого модуля и множеств мер защиты связей между этими модулями.

Главные преимущества архитектуры безопасности, основанной на принципах иерархии и модульности, следующие:

- гибкость – внедрение решений защиты можно осуществлять поэтапно;
- расширяемость и масштабируемость – добавление новых модулей, изменения в технологиях защиты обеспечиваются без глобальной перестройки архитектуры безопасности;
- надежность – прорыв одного модуля защиты не означает нарушение работы всей сети.

В основу построения архитектуры безопасности крупной корпоративной сети учреждения образования может быть положена концепция Cisco SAFE. Ее применение, в частности, было апробировано в корпоративной сети БГУ, которая была логически разбита на следующие шесть модулей:

- модуль ядра сети;
- модуль доступа в интернет;
- локальные сети зданий или подразделений (кампус);
- сети удаленных филиалов, связанные с головным учреждением через каналы общего доступа, и удаленные пользователи;
- ЦОД;
- облачные решения, применяемые в корпоративной сети.

Схема корпоративной сети в виде модулей безопасности SAFE дана на рис. 12.

Модуль ядра сети представляет собой центральный узел, куда сводятся все магистральные каналы связи корпоративной сети и в котором установлено коммуникационное и серверное оборудование, обеспечивающее связь между локальными сетями, ЦОД, модулем доступа в интернет, облачными технологиями, сетями удаленных филиалов, беспроводным сегментом сети.

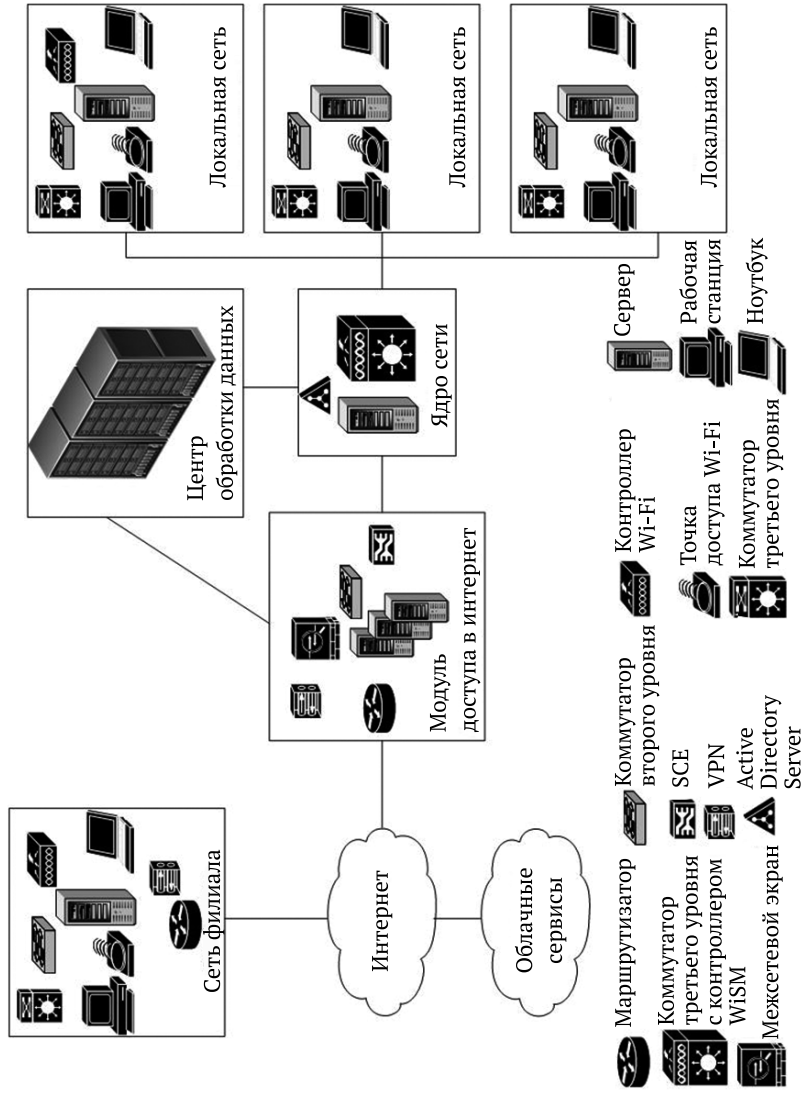


Рис. 12. Модули безопасности корпоративной сети УВО

Задача корпоративного модуля доступа в интернет – предоставить пользователям учреждения образования безопасный доступ к интернет-услугам, а внешним пользователям обеспечить безопасный доступ к информации организации, размещенной на общедоступных серверах. В этом модуле развернуты решения по безопасному взаимодействию удаленных пользователей с ресурсами корпоративной сети.

Локальные сети подразделений или зданий обеспечивают информацию и предоставляют сервисы пользователю корпоративной сети в регламентированные сроки и с установленным уровнем защиты.

Если учреждение образования имеет филиалы в других городах или подключение к головной организации обеспечивается через сети общего доступа, выделяется модуль сети филиала. Этот модуль должен обеспечивать безопасность межсетевого взаимодействия.

ЦОД представляет собой объединение нескольких современных технологий:

- инфраструктуры платформ виртуализации (VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, Citrix XenServer или KVM);
- инфраструктуры хранения данных – файловых серверов, систем хранения данных разного типа;
- сетевой инфраструктуры, включая виртуальные сети (например, на базе VMware NSX), обеспечивающей взаимодействие компонентов ЦОД.

Модуль облачных решений предназначен для предоставления корпоративным клиентам доступа к распределенным веб-системам, вычислительным ресурсам, хранилищам данных.

5.2.2. Виртуальные сетевые инфраструктуры в обеспечении безопасности интегрированных информационных систем

Одной из устойчивых мировых тенденций развития средств информатизации в образовании является миграция к так называемым облачным технологиям (cloud computing) [45–47]. Эти технологии основаны, как правило, на централизованном хранении и обработке информации в ЦОД, на гибких механизмах управления ресурсами и выделения их удаленным пользователям. При этом узким местом является сетевая инфраструктура, которая сдерживает внедрение новых сервисов. Одной из основных проблем, возникающих при экс-

платации существующей сети, является разнообразие технологий доступа к ресурсам сети и, как следствие, механизмов управления потоками данных в сети. Это приводит к значительным временным и ресурсным затратам на обеспечение доступа к расположенным в сети сервисам, предназначенным для обслуживания клиентов, а также создает дополнительные уязвимости. Отдельно необходимо выделить проблему прозрачности доступа к предоставляемым сервисам, т. е. пользователю необходимо предоставить доступ к заданному сервису вне зависимости от его расположения относительно сети – из внутренней сети учреждения или из интернета – без ухудшения некоторого заранее определенного уровня безопасности. Одним из способов преодоления данных проблем является разработка и внедрение технологий виртуализации сетевой инфраструктуры.

Под технологией виртуализации сетевой инфраструктуры будем понимать процесс объединения аппаратных и программных сетевых ресурсов и сетевых функций в программный административный объект. На данный момент сложно определить авторство данного термина, поскольку он естественным образом появился в результате развития концепции виртуализации. Более подробно с историей и актуальными на данный момент направлениями развития данной технологии можно ознакомиться в книгах [48; 49].

Технологии виртуализации сетевой инфраструктуры учреждений образования представляют собой совокупность процессов, позволяющих унифицировать доступ к информационным ресурсам и образовательным сервисам из учебного заведения и из-за его пределов путем выноса в виртуальную среду ЦОД основной части сетевой инфраструктуры учебного заведения.

Анализ литературы [50–53] позволяет сделать вывод о том, что для создания облачной среды виртуализации целесообразно использовать совокупность технологий виртуализации и программно определяемых сетей, что позволяет унифицировать процесс создания сетевой инфраструктуры, масштабировать предоставляемые ресурсы по требованию с минимальными организационными и техническими затратами.

Реализация процесса виртуализации сетевой инфраструктуры учреждения образования предполагает последовательную реализацию следующих процессов:

- создание облачной среды виртуализации;
- проектирование моделируемой или создаваемой сетевой инфраструктуры;

– определение требований к различным реализациям виртуальных машин, реализующих поведение задействованных вычислительных элементов;

– создание внутри созданной ранее облачной среды совокупности сетей частного облака и внутренних сетей.

Для построения надежной системы необходимо учесть особенности архитектуры среды, на которой данная система базируется. В случае современной облачной среды основными компонентами телекоммуникационной архитектуры являются Data plane (плоскость данных), Control plane (плоскость управления) и Management plane (плоскость администрирования) [48; 49]. При виртуализации сетевой инфраструктуры используется подход, основанный на использовании технологии программно определяемых сетей (software-defined network) в многоарендной сети (multitenant network).

При создании среды виртуализации можно выделить следующие этапы: размещение вычислительных мощностей и создание коммуникационной инфраструктуры.

На первом этапе создания облачной среды виртуализации производится установка облачной инфраструктуры. Основным требованием, предъявляемым к программному обеспечению облачной инфраструктуры, является наличие модуля для создания и обслуживания сетей различного типа внутри этой инфраструктуры. Необходимо отметить, что данный этап крайне важен с точки зрения технологии создания и обслуживания, так как виртуализацию сети можно осуществить и без использования программного обеспечения с указанными возможностями, однако в этом случае значительно возрастают затраты на организацию сети (время на создание сети возрастает от нескольких минут до нескольких дней) и последующее обслуживание, в частности в случае перестроения конфигурации сети. Еще одной важной функцией является ведение хранилища образов развертываемых систем, в том числе виртуальных коммутаторов, маршрутизаторов и межсетевых экранов. При условии существования среды виртуализации, позволяющей провести масштабирование по требованию, для моделирования сетевых инфраструктур учреждений могут быть использованы такие решения, как GNS3 и EVE NG.

На втором этапе создания облачной среды виртуализации необходимо провести анализ текущих потребностей учреждения образования, на основании которого нужно определить конфигурацию сети, размещаемой в облаке. При проектировании необходимо обратить внимание на определение зон сети, обеспечивающих вза-

имодействие с внешними пользователями, зон для обеспечения внутренней работы учреждения и возможных промежуточных зон для обеспечения проксирования информации и регулирования потока данных между условными внешними и внутренними зонами сети. Здесь и далее под проксированием будем понимать некоторую службу, выступающую в качестве посредника при взаимодействии клиента с поставщиком необходимой информации, например службу опосредованного доступа к информации о зарегистрированных пользователях. Применение такого рода служб позволяет повысить надежность и производительность поставщиков информации, так как к ним не производится непосредственного доступа и на стороне посредника можно осуществить кэширование затребованной информации в случае необходимости. В свою очередь, в целях повышения надежности функционирования проксирующих служб вместо размещения на одном сервере их можно реализовать в виде отдельных виртуальных машин, объединенных одним виртуальным сетевым сегментом, который будем называть проксирующим слоем.

На рис. 13 приведена схема виртуальной сети, обеспечивающая безопасность сетевой инфраструктуры. Блоки, отмеченные пунктирной линией, указывают на группы ресурсов, к которым необходимо предоставить доступ извне. Кроме того, доступ к каждому блоку услуг определяется собственным набором ограничений. По схеме взаимодействия между зонами блоки могут объединять зоны различных уровней либо находиться в рамках отдельной зоны. В качестве примера блока, функционирующего только на внешнем уровне, можно привести набор сайтов, основной задачей которых является лишь взаимодействие с внешним пользователем (например, сайт общественной организации, тематический сайт, созданный обучаемыми, и т. п.).

В качестве примера блока, осуществляющего взаимодействие на нескольких уровнях, можно привести группу, состоящую из центрального сайта УВО и сайтов его факультетов и других структурных подразделений. В такой группе, кроме доступа из интернета, необходимо предоставить возможность обмена информацией непосредственно между сайтами (например, централизованная синхронизация некоторых рубрик сайтов). В предлагаемом подходе для такого обмена можно задействовать ресурсы промежуточной зоны. Это позволяет разделить служебный и пользовательский потоки данных, сократив тем самым нагрузку на обращенную вовне сеть.

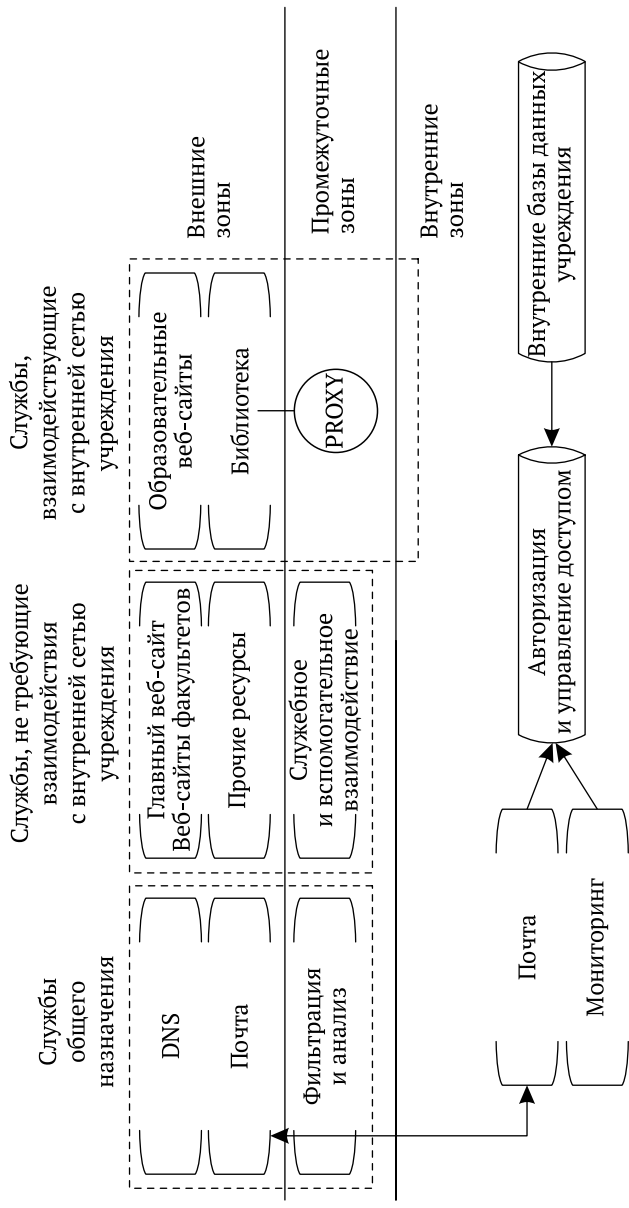


Рис. 13. Принципиальная схема виртуальной сети ВГУ

При рассмотрении взаимодействия между сайтами необходимо отметить слабую структурированность системы сайтов, поскольку в учреждениях образования сайты факультетов, как правило, создаются и поддерживаются силами работников и студентов самих факультетов с правом самостоятельного выбора используемых решений. Изолированность такого потока данных в рамках промежуточной зоны позволит упростить набор правил, регламентирующих обмен служебными данными, и, как следствие, повысить безопасность сети учреждения в целом.

Блоки, осуществляющие взаимодействие во всех трех зонах, связаны прежде всего с доступом к информации о пользователях сети учреждения (студентах и сотрудниках). Так, при доступе к образовательным порталам в рамках предлагаемой схемы существует возможность создания некоторого проксирующего слоя, который предоставляет только минимальную необходимую информацию и регламентирует режим доступа к ней (например, только для чтения), не неся в себе избыточной информации, например о структуре учреждения или его информационных ресурсов.

На основе результатов проектирования необходимо определить количество зон, их наполнение с точки зрения количества необходимых локальных сетевых сегментов и политики взаимодействия между ними.

Следующий этап – определение требований к различным реализациям виртуальных машин, реализующих поведение задействованных вычислительных элементов. В данном случае под вычислительными элементами понимаются вычислительные системы оконечного типа (например, реализации серверов и служб общего назначения, таких как порталы, базы данных и т. д.) или системы, реализующие аналоги активного сетевого оборудования, т. е. моделирующие поведение коммутаторов, маршрутизаторов, межсетевых экранов и т. д. В совокупности со свойством антиаффинности такой подход позволяет провести моделирование или определить сеть практически любой из существующих или проектируемых в ближайшие годы сетевых инфраструктур для учреждений образования Республики Беларусь.

На последнем этапе осуществляется непосредственное задание конфигураций сетей, входящих в общую виртуальную сеть, и правил их взаимодействия.

В 2018–2019 гг. в БГУ силами ЦИТ было развернуто облако, основанное на OpenStack. Для первоначальной установки были использованы следующие облачные сервисы:

- Keystone – служба идентификации;
- Nova – контроллер вычислительных ресурсов;
- Glance – библиотека образов виртуальных машин;
- Neutron – сервис «подключение к сети как услуга» между интерфейсами устройств, которые управляются другими сервисами OpenStack;
- Cinder – служба, предоставляющая блочные устройства виртуальным машинам;
- Horizon – служба, обеспечивающая графический интерфейс для управления комплексом OpenStack;
- RabbitMQ – служба очередей сообщений.

В задаче выделения вычислительных мощностей важным аспектом является необходимость выделения вычислительных мощностей для функционирования облачной инфраструктуры и мощностей, используемых для развертывания проектируемых виртуальных машин и сетей. Таким образом, можно выделить следующие основные виды используемых в облаке вершин (серверов): управляющие, вычислительные и сетевые.

Для установки данных сервисов были выделены три сервера, функциональность которых определяется набором установленных на них сервисов:

– сервер 1 – контроллер. Его основной задачей является общее управление ресурсами облака. На данном сервере расположены следующие сервисы: KeyStone, Glance, Cinder, Nova, Neutron, Horizon и RabbitMQ;

– сервер 2 – вычислительная вершина. Его основным назначением является предоставление вычислительных ресурсов виртуальным машинам пользователей. В связи с этим на данном сервере были установлены облачные сервисы Nova и Cinder;

– сервер 3 – сетевая вершина. Данный сервер предназначен для выделения ресурсов, необходимых для создания виртуальных сетей, и содержит сервисы Nova, Cinder и Neutron.

Необходимо отметить, что для повышения эффективности управления возникающим в облаке потоком данных необходимо создать три независимых сетевых сегмента, соответствующих трем основным элементам облачной архитектуры, однако в создаваемом опытном образце достаточно только одного сегмента в связи с относи-

тельно невысокой плотностью совокупного потока. Существующие в OpenStack механизмы управления сетями позволяют добавлять впоследствии сетевые сегменты в случае необходимости.

Так как размеры и сложность создаваемых виртуальных инфраструктур ограничиваются только имеющимися вычислительными мощностями, необходимо уделить особое внимание механизмам управления облаком, а следовательно, определить систему авторизации и аутентификации и предоставить механизмы удобного управления ресурсами, например с использованием веб-интерфейса.

Создание виртуальной сетевой инфраструктуры учреждения образования обеспечивает повышение эффективности управления информационно-коммуникационной инфраструктурой, безопасный доступ к информационным ресурсам и облачным сервисам сети, мобильность пользователей в рамках непрерывного образовательного процесса, масштабируемость и гибкость.

Опытный образец виртуальной сетевой инфраструктуры БГУ построен на базе технологий виртуализации и программно определяемых сетей. Для создания облачной среды выбрано решение, основанное на OpenStack. Основу среды виртуализации составляют облачные сервисы, которые обеспечивают реализацию функциональных возможностей виртуальной сетевой инфраструктуры.

В опытном образце реализована модель, включающая виртуальные сегменты сети (подсети), с помощью которых конечным пользователям предоставляются услуги, и виртуальные сегменты, обеспечивающие представление сервисных функций. Взаимосвязь виртуальных сетей между собой и с корпоративной сетью БГУ осуществляется посредством виртуальных маршрутизаторов.

Реализация проектов в рамках создания виртуальной сетевой инфраструктуры учреждения образования на базе БГУ показала, что виртуализация сетевых инфраструктур обеспечивает:

- хранение различных исследуемых топологий в виде отдельных проектов для последующего индивидуального или коллективного использования;
- динамическое развертывание дополнительных образов системы в целях их последующего использования в рамках образовательного процесса;
- безопасный авторизованный доступ (основан на использовании сервисов LDAP-прокси и Read-Only ActiveDirectory) к облачным образовательным ресурсам и ресурсам, размещенным в виртуальной локальной сети, с компьютеров и мобильных устройств пользователей;

- повышенный уровень безопасности, достигаемый за счет централизованной реализации функций безопасности и управления ими;
- предоставление веб-интерфейса для управления.

Использование технологий виртуализации и программно определяемых сетей позволяет унифицировать процесс создания сетевой инфраструктуры, масштабировать предоставляемые ресурсы по требованию с минимальными организационными и техническими затратами, адаптировать виртуальную инфраструктуру к требованиям конкретного учреждения образования. Мы считаем, что предложенные в данной статье решения помогут повысить управляемость и безопасность сетей учреждений образования и надежность предоставляемых ими сервисов.

5.3. Ограничение доступа к интернет-ресурсам из образовательных сетей

Проблема безопасного использования в учреждениях образования информационных ресурсов, размещенных в интернете, становится все более актуальной. Один из способов решения этой проблемы – ограничение доступа к нежелательным ресурсам. При этом под нежелательными следует понимать информационные ресурсы, которые могут как нанести вред программно-аппаратным средствам пользователя, так и оказать нежелательное воздействие на него самого.

В Республике Беларусь требование ограничения доступа к нежелательным информационным ресурсам из образовательных сетей закреплено законодательно. Указ Президента Республики Беларусь от 1 февраля 2010 г. № 60 «О мерах по совершенствованию использования национального сегмента сети Интернет» обязывает операторов, предоставляющих доступ в интернет образовательным учреждениям, обеспечить ограничение доступа из образовательных сетей к информации, содержание которой направлено на осуществление экстремистской деятельности, незаконный оборот оружия, боеприпасов, взрывных устройств, взрывчатых, радиоактивных, отравляющих, сильнодействующих, ядовитых, токсических веществ, наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, содействие

незаконной миграции и торговле людьми, распространение порнографических материалов, пропаганду насилия, жестокости и других деяний, запрещенных законодательством. Доступ к данной информации ограничивается на основе фильтрации операторами по спискам, регулярно обновляемым в установленном порядке.

Учитывая назначение и пользовательскую аудиторию образовательных сетей, динамику развития интернета, использование фильтрации по заданному списку следует рассматривать лишь как первый этап решения задачи ограничения доступа к нежелательным информационным ресурсам. Тенденции развития интернета, а также необходимость разграничения доступа к информации для различных категорий пользователей предполагают разработку гибких систем ограничения доступа к нежелательным информационным ресурсам. Целесообразно также иметь возможность формировать критерии отнесения информационных ресурсов к нежелательным для конкретных целевых аудиторий образовательных сетей.

5.3.1. Технологии ограничения доступа

В соответствии с принципом эшелонированной защиты [54] управление доступом осуществляется на основе комплекса программно-технических средств, образующих следующую иерархию (рис. 14):

- брандмауэр;
- прокси-сервер;
- межсетевой экран;
- сервер аутентификации;
- политики безопасности операционной системы.

В качестве критериев фильтрации целесообразно использовать:

- информацию транспортного уровня TCP/IP (список хостов, портов-отправителей, портов-получателей, протоколов, направлений пакета);

- тип приложения;
- URL-адрес ресурса;
- содержание ресурса.

Для более гибкого управления доступом возможно задание срока действия правил.

Межсетевые экраны. Межсетевой экран [52] (брандмауэр, файрвол) представляет собой локальное (однокомпонентное) или функ-

ционально распределенное средство (комплекс), реализующее контроль за информацией, поступающей в защищаемый сегмент сети, и обеспечивает защиту автоматизированной системы посредством фильтрации информации, т. е. ее анализа по совокупности критериев и принятия решения о ее распространении в автоматизированную систему (из нее). Межсетевой экран позволяет логически разделить общую сеть на две или более части и реализовать набор правил, определяющих условия прохождения пакетов с данными через границу из одной части сети в другую. Как правило, эта граница проводится между корпоративной сетью организации и интернетом.

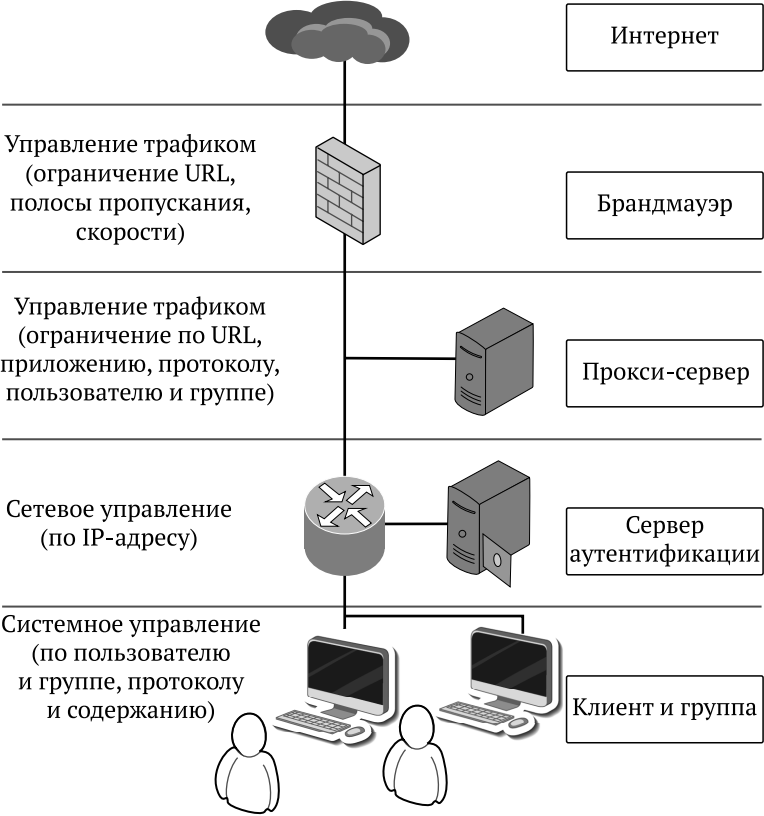


Рис. 14. Иерархия средств управления доступом к интернет-ресурсам

Для противодействия несанкционированному доступу межсетевой экран должен располагаться между защищаемой внутренней сетью организации и потенциально враждебной внешней сетью. Такая схема включения межсетевого экрана не является единственной. Возможны альтернативные варианты: схема единой защиты сети, схема с отдельной защитой закрытого и открытого сегментов сети, а также схема с защищаемым закрытым и незащищаемым открытым сегментами сети (в этом случае говорят об организации в корпоративной сети «демилитаризованной зоны»).

Межсетевой экран, защищающий множество узлов внутренней сети, призван решить две основные задачи:

- ограничение доступа внешних по отношению к защищаемой сети пользователей к внутренним ресурсам корпоративной сети;
- разграничение доступа пользователей защищаемой сети к внешним ресурсам.

Сегодня не существует единой общепризнанной классификации межсетевых экранов. Их, в частности, можно классифицировать по функционированию на уровнях модели OSI:

- пакетные фильтры;
- шлюзы сеансового уровня;
- прикладные шлюзы;
- шлюзы экспертного уровня.

По способу технической реализации выделяют аппаратно-программные (включают программный комплекс и специальное оборудование) и программные (устанавливают на имеющееся оборудование) межсетевые экраны.

Технологии прокси. Прокси-сервер – это промежуточный веб-сервер, выполняющий роль посредника между браузером клиента и веб-сервером назначения [56]. Прокси-сервер способен выполнять широкий спектр функций, включая:

- идентификацию и аутентификацию пользователей;
- проверку подлинности информации;
- разграничение доступа к ресурсам внутренней и внешней сети;
- фильтрацию и преобразование потока сообщений (шифрование, поиск вирусов);
- регистрацию событий, реагирование на задаваемые события;
- кэширование данных, запрашиваемых из внешней сети.

Прокси-сервер способен решать следующие важные задачи: увеличивать скорость получения данных, защищать локальную сеть от несанкционированного доступа и скрывать реальный IP-адрес пу-

тем преобразования внутреннего адреса компьютера в сети в единый адрес NAT. Существует несколько видов прокси-серверов, каждый из которых призван решать свои задачи, в том числе SOCKS-proxy, HTTP-proxy, CGI-proxy и FTP-proxy, работающие на соответствующих уровнях модели OSI.

Системы обнаружения вторжений. Сетевые и информационные технологии меняются настолько быстро, что статические защитные механизмы, к которым относятся и системы разграничения доступа, и межсетевые экраны, и системы аутентификации, сильно ограничены и во многих случаях не могут обеспечить эффективной защиты. Поэтому требуются динамические методы, позволяющие оперативно обнаруживать и предотвращать нарушения безопасности и реализуемые в рамках технологий обнаружения атак.

По существу, процесс обнаружения атак является процессом оценки подозрительных действий, которые происходят в корпоративной сети. Иначе говоря, обнаружение атак – это процесс идентификации и реагирования на подозрительную деятельность, объектом которой являются вычислительные или сетевые ресурсы.

Механизмы обнаружения атак, применяемые в современных системах обнаружения атак IDS (Intrusion Detection System) [57], основаны на нескольких общих методах. Следует отметить, что эти методы не являются взаимоисключающими. Во многих системах используется комбинация нескольких методов.

Классификация систем обнаружения атак может быть выполнена по нескольким признакам:

- по способу реагирования;
- способу выявления атаки;
- способу сбора информации об атаке.

По способу реагирования различают пассивные и активные IDS. Пассивные IDS фиксируют факт атаки, записывают данные в файл журнала и выдают предупреждение. Активные IDS пытаются противодействовать атаке, например путем реконфигурации меж сетевого экрана или генерации списков доступа маршрутизатора.

По способу выявления атаки системы IDS принято делить на две категории:

- обнаружение аномального поведения;
- обнаружение атак по сигнатуре.

Технология обнаружения атак путем идентификации аномального поведения основана на гипотезе о том, что аномальное поведение пользователей корпоративной сети с высокой вероятностью является

признаком происходящей атаки. Примерами аномального поведения могут служить большое число соединений за короткий промежуток времени, высокая загрузка центрального процессора и т. п. Методы выявления аномального поведения основаны на анализе статистических параметров и сравнении их значений со значениями, характерными для нормального режима функционирования сети (требуется предварительное обучение системы обнаружения). Напротив, методы на основе сигнатур ограничиваются сверкой мгновенных значений с заранее заданными «шаблонами атак».

По способу сбора информации об атаке системы обнаружения вторжений могут быть выделены в следующие классы:

- обнаружение атак на уровне сети;
- на уровне хоста;
- на уровне приложения.

Каждый из этих трех типов имеет свои достоинства и недостатки. Необходимо заметить, что лишь некоторые системы обнаружения атак могут быть однозначно отнесены к одному из названных классов.

Списки ограничения доступа. Задачи управления доступом в распределенной корпоративной сети разделяются на две категории:

- управление внутрисетевым доступом – определяет доступ пользователей к ресурсам в пределах корпоративной сети;
- управление веб-доступом – ограничивает доступ к сторонним веб-серверам и их содержимому.

Все запросы на доступ к ресурсам проходят сверку с одним или несколькими списками контроля доступа ACL (Access Control Lists). Список контроля доступа ACL является набором правил, которые задают права доступа пользователей к тому или иному множеству сетевых ресурсов. Ресурсы с низким риском будут иметь менее строгие правила доступа, в то время как высококритичные ресурсы – более строгие. Списки контроля доступа ACL, по существу, определяют политику безопасности корпоративной сети.

Доступ к сетевым ресурсам организации можно регулировать путем создания списков контроля доступа Login ACL, которые позволяют точно определить конкретные разрешения и условия для получения доступа к ресурсам внутренней сети для отдельных пользователей.

Средства контроля и управления веб-доступом позволяют сформировать политику веб-доступа организации. Создавая конкретные списки контроля веб-доступа (Web ACL), администраторы

безопасности определяют, какие пользователи могут получить доступ к веб-серверам организации и их содержимому и при каких заранее установленных условиях. Когда пользователи пытаются обратиться к конкретному приложению или некоторой области веб-сайта, предоставление доступа будет зависеть от того, удовлетворяет ли профиль полномочий данного пользователя определенным критериям. Эти критерии могут быть либо статическими – служебные обязанности или подразделение пользователя, либо динамическими – в зависимости от состояния учетной записи пользователя.

В зависимости от разрешающей способности управления различают три уровня управления веб-доступом: с низкой, средней и высокой разрешающей способностью.

Авторизация с низкой разрешающей способностью ограничивает доступ на уровне унифицированного указателя информационного ресурса – URL (Uniform Resource Locator). Блокирование нежелательных ресурсов может основываться на доменном имени или на IP-адресе.

Авторизация со средней разрешающей способностью обеспечивает доступ к каталогам и файлам, основанный на списках контроля доступа. Этот уровень авторизации может быть реализован на базе индивидуальных либо групповых списков контроля доступа, хранящихся в операционной системе. Для того чтобы получить доступ к конкретному ресурсу, пользователь должен принадлежать к определенной группе.

Авторизация с высокой разрешающей способностью обеспечивает детальный контроль доступа, основанный на правилах. Такой контроль доступа требует использования серверов управления политикой доступа, способных идентифицировать роль пользователя и применять сложные правила.

Управление полосой пропускания. Одной из мер контроля может стать управление полосой пропускания данных, например ограничение выделенной ширины канала для потоковых видео- и аудиоданных с приоритетным обеспечением полосы для важнейших приложений.

Потоковые видео- и аудиоприложения, помимо угроз, связанных с их содержанием, создают высокую нагрузку на внешний канал связи, поэтому целесообразно ограничивать ширину канала для этого типа трафика. Для ограничения потокового видео используется глубокая проверка пакетов DPI (Deep Packet Inspection).

В то же время в образовательных сетях необходимо обеспечить дифференцированный подход к полномочиям различных групп пользователей по обращению к интернет-ресурсам, в том числе ресурсам потокового видео. Для этого политика ограничения полосы пропускания должна быть модифицирована с учетом данных LDAP-сервера.

Пиринговые (P2P) приложения, такие как BitTorrent, схожи по своему характеру с приложениями потокового мультимедиа, значительно загружают канал и могут потенциально использоваться для противозаконных действий (чаще всего включающих нарушение прав интеллектуальной собственности). Существующее многообразие типов и версий P2P-приложений затрудняет контроль над такими приложениями на основе фиксированных правил межсетевых экранов. Для фильтрации используют сигнатурный метод при регулярном обновлении сигнатур.

Фильтрация на основе содержимого. Фильтрацию на основе содержимого целесообразно применять в образовательных сетях для защиты от вредоносных программ, анализа содержимого сообщений электронной почты и реализации гибких механизмов ограничения доступа к иному нежелательному контенту. Метод такой фильтрации, ориентированный на использование в образовательных сетях, рассматривается в разделе 5.3.2.

Локальные политики безопасности. Для ограничения запуска пользователями нежелательного программного обеспечения на узлах корпоративной сети используются средства контроллера домена, реализующие политику безопасности для соответствующего домена.

При разработке локальной политики безопасности следует учитывать как ограничения пользователей на доступ к данным, так и различные права пользователей в отношении запуска программных приложений.

Политика ограничения использования программного обеспечения реализуется на нескольких уровнях:

- политика группы;
- политика домена;
- политика сайта;
- политика локального компьютера.

Локальная политика безопасности действует с момента, когда пользователь входит в учетную запись на локальном компьютере, и на протяжении всего времени работы пользователя. При отсутствии полномочий доступ к части приложений для данного пользователя блокируется.

5.3.2. Метод на основе отложенного динамического формирования списков доступа

В работах [58–60] предложен метод автоматизированного ограничения доступа к веб-ресурсам, который основан на следующих положениях.

1. Фильтрация нежелательных ресурсов, согласно Указу Президента Республики Беларусь от 1 февраля 2010 г. № 60, проводится в соответствии с действующими нормативными документами на основании публикуемых в установленном порядке списков.

2. Ограничение доступа к иным информационным ресурсам производится на основании специальных критериев, разрабатываемых оператором образовательной сети (или крупным учреждением образования). Такими критериями, в частности, являются содержание ресурса и частота обращения к нему. Классификация ресурсов производится на корпоративном сервере клиента – владельца системы.

3. Доступ пользователей с частотой ниже заданной, даже к потенциально нежелательному ресурсу, является допустимым. Это позволяет избежать дорогостоящей классификации «на лету». Анализ и классификации подлежат только востребованные ресурсы, т. е. ресурсы, число запросов пользователей к которым превысило заданное пороговое значение. Сканирование и анализ осуществляются спустя некоторое время после превышения числа запросов порогового значения (в период минимальной загрузки внешних каналов). Время классификации определяется предлагаемой схемой, в основе которой лежит понятие отложенной классификации ресурса.

4. Сканируются не единичные веб-страницы, а все связанные с ними ресурсы (путем анализа имеющихся на странице соединений). Такой подход позволяет в процессе сканирования ресурса определять наличие ссылок на вредоносные программы.

Таким образом, последовательность операций, составляющих суть метода, выглядит следующим образом:

1) формируются «черный», «белый» и «серый» списки. Все ресурсы из списка нежелательных ресурсов, публикуемого в установленном порядке, заносятся в «черный» список. Если ресурс рекомендован к использованию, он заносится в «белый» список;

2) при обращении к ресурсу, входящему в «черный» список, доступ к нему запрещается;

3) при обращении к ресурсу, входящему в «белый» список, доступ к нему разрешается;

4) при обращении к ресурсу, входящему в «серый» список, доступ к нему разрешается и увеличивается значение счетчика числа обращений к этому ресурсу за определенный период времени;

5) если число обращений к ресурсу из «серого» списка превышает установленное пороговое значение, выполняется анализ ресурса и его асинхронная классификация; ресурс заносится в «белый» или «черный» список;

б) при обращении к ресурсу, не входящему ни в один из списков, он заносится в «серый» список и доступ к нему разрешается.

Еще раз отметим, что в общем случае понятие нежелательного информационного ресурса не ограничивается непосредственным наличием на веб-странице контента, получение которого может быть вредно с точки зрения восприятия пользователем. Информационный ресурс в интернете может являться нежелательным, так как включает ссылки на файлы, содержащие вредоносные программы. Нежелательным может быть и способ получения ресурсов (например, использование приложений файлового обмена и иных пиринговых приложений). Наконец, необходимо иметь в виду, что «белый» и «черный» списки не могут оставаться неизменными. Контент сайтов в интернете меняется со временем. Поэтому достаточно регулярно должны запускаться задачи повторного сканирования и анализа ресурсов, помещенных в этих списках. Для этого задачи сканирования различных URL могут распределяться между станциями в сети.

В процессе анализа любого веб-ресурса с точки зрения желательности или нежелательности доступа к нему необходимо рассматривать следующие основные компоненты каждой его страницы (рис. 15):

1) контент, т. е. текстовую, графическую, фото-, видеoinформацию, размещенную на этой странице;

2) контент, размещенный на других страницах этого же веб-сайта (получить внутренние ссылки из содержимого загруженных страниц можно по регулярным выражениям);

3) соединения с другими сайтами (как с точки зрения возможной загрузки вирусов и троянских программ, так и с точки зрения наличия нежелательного контента).

Детальное рассмотрение предлагаемых способов распознавания нежелательных ресурсов, используемых в рамках рассматриваемого метода, можно найти в монографии [39].



Рис. 15. Нежелательные ресурсы и технологии их распознавания

Для реализации предложенного метода были разработаны алгоритмы анализа внешних соединений на интернет-сайтах и классификации текстового контента, а также архитектура и опытный образец программного комплекса ограничения доступа к нежелательным информационным ресурсам. Внедрение данного комплекса в промышленную эксплуатацию не состоялось ввиду ограниченности ресурсов и отсутствия финансирования разработчиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая трансформация учреждений образования всех направлений деятельности обуславливает зависимость эффективности их работы от правильно выстроенных процессов проектирования и разработки информационно-коммуникационных систем. Наряду с этим сложность данных систем, в том числе в сфере образования, растет. Особое значение приобретает их информационная безопасность, в частности защита персональных данных работников и обучающихся.

В монографии проведено комплексное исследование проблем проектирования и обеспечения безопасности интегрированных образовательных информационно-коммуникационных систем. В качестве основных проблем выделены:

- непрерывная разработка во времени, необходимость интеграции подсистем, созданных в разное время и по разным технологиям. По сути, современные образовательные информационно-коммуникационные системы относятся к классу «системы систем»;

- обеспечение непрерывного функционирования и безопасности информации в открытых системах при наличии агрессивной внутренней среды.

В данных условиях традиционные подходы к проектированию и обеспечению безопасности интегрированных образовательных информационно-коммуникационных систем показали низкую эффективность.

В качестве примеров решения задач проектирования образовательных отраслевой и корпоративной информационно-коммуникационных систем в монографии рассмотрены основные принципы построения и архитектурные решения РИОС, предложена методология проектирования интегрированной информационной системы УВО, апробированная в БГУ. Исследованы нормативная правовая база, архитектуры и технологии обеспечения безопасности образовательных информационно-коммуникационных систем.

Изложенный материал, по мнению авторов, позволит применять единообразный подход к проектированию и созданию образовательных информационно-коммуникационных систем, сократить затраты и избежать ошибок при их проектировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Информационное общество и глобальная информационная телекоммуникационная инфраструктура [Электронный ресурс] / В. А. Арасланова [и др.]. – Нижний Новгород : Проф. наука, 2018. – 135 с. – URL: <http://scipro.ru/conf/monographIT.pdf> (дата обращения: 03.10.2021).

2. *Воротницкий Ю. И., Енин С. В.* Мировой опыт использования информационно-коммуникационных технологий для социально-экономического развития страны. Его использование в Республике Беларусь / под ред. Д. В. Менделева. – Минск : БелИСА, 2014.

3. *Крупский Д. М.* О концептуальных подходах к организации цифровой трансформации национальной экономики Беларуси // *Цифровая трансформация.* – 2018. – № 2. – С. 29–36.

4. Рекомендации ЮНЕСКО по политике в области мобильного обучения [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.iite.unesco.org/files/news/639198/ISBN_978-92-3-400004-8.pdf (дата обращения: 03.10.2021).

5. *Король А. Д., Воротницкий Ю. И., Кочин В. П.* Дистанция в образовании: от методологии к практике // *Наука и инновации.* – 2020. – № 6 (208). – С. 22–29.

6. *Курбацкий А. Н., Воротницкий Ю. И.* IT-образование в условиях цифровой трансформации // *Цифровая трансформация.* – 2018. – № 1. – С. 7–12.

7. *Король А. Д.* Информатизация образования в контексте принципа человекообразности: «путь к себе» или «от себя»? // *Выш. шк.* – 2013. – № 4. – С. 13–18.

8. *Reinsel D., Gantz J., Rydning J.* The Digitization of the World From Edge to Core. An IDC White Paper [Electronic resource]. – Seagate, 2018. – 28 p. – URL: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf> (date of access: 23.10.2021).

9. *Король А. Д.* Самоидентичность человека как проблема образовательного пространства и времени // *Вопр. философии.* – 2021. – № 5. – С. 26–35.

10. *Король А. Д., Китурко И. Ф.* Основы эвристического обучения : учеб. пособие. – Минск : БГУ, 2018. – 207 с.

11. *Король А. Д., Воротницкий Ю. И., Кочин В. П.* Информационно-коммуникационные технологии дистанционного и онлайн-обучения // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2020) : материалы XIX Междунар. конф., Минск, 19 нояб. 2020 г. / ОИПИ НАН Беларуси ; редкол.: А. В. Тузиков [и др.]. – Минск, 2020. – С. 22–28.

12. *Воротницкий Ю. И., Зеков М. Г., Курбацкий А. Н.* Мобильные компьютерные устройства в «облачной» информационно-образовательной среде общеобразовательной школы. – Минск : РИВШ, 2012.

13. *Абламейко С. В., Воротницкий Ю. И., Мулярчик К. С.* Основные направления и технологии цифровой трансформации в образовании // Развитие ин-

форматизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2017) : материалы XVI Междунар. конф., Минск, 16 нояб. 2017 г. / ОИПИ НАН Беларуси ; редкол.: А. В. Тузиков [и др.]. – Минск, 2017. – С. 24–28.

14. *Воротницкий Ю. И., Мулярчик К. С.* Направления и технологии цифровой трансформации образования // Выхаванне и дадат. адукацыя. – 2021. – № 2. – С. 3–8.

15. *Bergmann J., Sams A.* Flipped Learning: Gateway to Student Engagement // International Society for Technology in Education. – Washington, 2014. – 169 p.

16. *Воронина М. В.* «Перевернутый» класс – инновационная модель обучения // Открытое образование. – 2018. – Т. 22, № 6. – С. 40–51.

17. *Gassler G., Hug Th., Glahn Ch.* Integrated Micro Learning – An outline of the basic method and first results // International Conference on Interactive Computer Aided Learning, Villach, 2004, Sept. 29 – Oct. 1, 2004 / eds. Michael E. Auer, Ursula Auer.

18. Раздельное обучение = Spaced Learning [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/Spaced_learning (дата обращения: 07.02.2021).

19. *Keegan D.* The foundations of distance education. – Kent, UK. : Croom Helm, 1986.

20. *Андреева Н. В., Рождественская Л. В., Ярмахов Б. Б.* Шаг школы в смешанное обучение – М. : Открытая шк., 2016.

21. *Абламейко С. В., Воротницкий Ю. И.* Информационные технологии мобильного обучения и открытого образования // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии = International Congress on Computer Science: Information Systems and Technologies : материалы междунар. науч. конгресса, Минск, 24–27 окт. 2016 г. / редкол.: С. В. Абламейко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2016. – С. 678–686.

22. *Воротницкий Ю. И.* Техническая инфраструктура облачной электронной школы [Электронный ресурс] // Информатизация образования и методика электронного обучения : сб. материалов I Междунар. науч. конф. – Красноярск : Сибир. федер. ун-т, 2016. – URL: <http://conf.sfu-kras.ru/it-edu/participant/15047> (дата обращения: 10.02.2021).

23. *Абламейко С. В., Воротницкий Ю. И., Листопад Н. И.* «Облачные» технологии в образовании // Электроника инфо. – 2013. – № 9. – С. 30–34.

24. Artificial Intelligence in Education Compendium of Promising Initiatives. Mobile Learning Week 2019: UNESCO, 2019 [Electronic resource]. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370307/PDF/370307eng.pdf.multi> (date of access: 14.09.2019).

25. *Король А. Д., Чуприс О. И., Морозова Н. И.* Методология, содержание и практика реализации инновационного образования в БГУ в контексте университета 3.0 // Выш. шк. – 2018. – № 6. – С. 3–7.

26. *Воротницкий Ю. И.* Опыт организации онлайн-обучения лекционного потока студентов на образовательном портале БГУ [Электронный ресурс]. – URL: <http://didact.bsu.by/item/b06d401d-50f2-4508-8f14-10558a295f94> (дата обращения: 14.02.2021).

27. *Кочин В. П., Воротницкий Ю. И., Жерело А. В.* Виртуализация сетевой инфраструктуры учреждений образования // *Цифровая трансформация.* – 2020. – № 1. – С. 51–56.

28. *Методологические основы создания, внедрения и развития интегрированной информационной системы управления университетом : монография / под ред. Ю. И. Воротницкого, С. В. Чернышенко.* – Сумы : Сум. гос. ун-т, 2015.

29. *О концепции создания и развития Республиканской информационно-образовательной среды / А. Н. Курбацкий [и др.] // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2019) : материалы XVIII Междунар. конф., Минск, 21 нояб. 2019 г. / ОИПИ НАН Беларуси ; редкол.: А. В. Тузиков [и др.].* – Минск, 2019. – С. 19–23.

30. *Главный информационно-аналитический центр Министерства образования Республики Беларусь. История [Электронный ресурс].* – URL: <https://www.giac.by/o-tsentre/history.php> (дата обращения: 20.02.2021).

31. *Анейчик С.* Белорусская академсеть // *Наука и инновации.* – 2014. – № 4 (134). – С. 25–26.

32. *Курбацкий А. Н., Воротницкий Ю. И.* *Методология и технологии информатизации Белорусского государственного университета // Проблемы проектирования информационно-телекоммуникационных систем : сб. науч. тр. / Белорус. гос. ун-т ; под ред. А. Н. Курбацкого.* – Минск : БГУ, 2001. – С. 5–14.

33. *Воротницкий Ю. И., Курбацкий А. Н., Новикова Н. И.* *Автоматизированная информационная система БГУ: опыт внедрения пластиковых персонифицированных документов // Материалы II науч.-практ. конф. «Управление информационными ресурсами», Минск, 16 марта 2004 г.* – Минск : Ред.-издат. центр Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2004. – С. 112–119.

34. *Абламейко С. В., Воротницкий С. В.* *Перспективные направления информатизации университета в условиях развития информационного общества // Электроника инфо.* – 2011. – № 4. – С. 12–16.

35. *Абламейко С. В., Воротницкий С. В.* *Актуальные направления информатизации учреждений образования / Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2016) : материалы XV Междунар. конф., Минск, 17 нояб. 2016 г. / ОИПИ НАН Беларуси ; редкол.: А. В. Тузиков [и др.].* – Минск, 2016. – С. 18–24.

36. *Король А. Д., Воротницкий Ю. И.* *Цифровая трансформация образования и вызовы XXI века // Высш. образование в России.* – 2022. – Т. 31, № 6. С. 48–61.

37. *Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Электронные библиотеки. Основные виды. Структура. Технология формирования : ГОСТ Р 7.0.96-2016 [Электронный ресурс].* – URL: <https://ifar.ru/library/gost/70962016.pdf> (дата обращения: 20.02.2021).

38. *Воротницкий Ю. И., Листопад Н. И.* *Направления развития и обеспечения информационной безопасности образовательных сетей в Республике*

Беларусь // Комплексная защита информации : материалы XVII Междунар. конф., Суздаль, 15–18 мая 2012 г. / Суздаль, 2012. – С. 61–62.

39. *Цзиньбао Се, Воротницкий Ю. И.* / Обеспечение безопасного доступа к внешним информационным ресурсам в корпоративных образовательных сетях : монография. – Минск : РИВШ, 2012.

40. *Абламейко С. В., Воротницкий Ю. И., Листопад Н. И.* Система образования: стратегия информатизации и информационная безопасность в условиях развития информационного общества // Вопр. защиты информ. – Москва, 2014. – Вып. 4. – С. 69–72.

41. *Абламейко С. В., Воротницкий Ю. И.* Виртуализация сетевой инфраструктуры научно-образовательных сетей с безопасным доступом к информационным ресурсам и сервисам / Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2018) : материалы XVII Междунар. конф., Минск, 20 сент. 2018 г. / ОИПИ НАН Беларуси ; редкол.: А. В. Тузилов [и др.]. – Минск, 2018. – С. 22–26.

42. *Кочин В. П., Шанцов А. В.* Проблемы проектирования комплексной системы защиты информации облачных ресурсов в Республике Беларусь // Цифровая трансформация. – 2021. – № 3 (16). – С. 34–39.

43. *Кочин В. П., Шанцов А. В.* Комплексная система защиты информации облачных ресурсов // Комплексная защита информации : материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–27 мая 2021 г. / Науч.-исслед. ин-т техн. защиты информации. – Минск, 2021. – С. 332–334.

44. *Кочин В. П., Шанцов А. В.* Гибридный режим функционирования облачных платформ // Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2022) : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Полоцк, 30–31 марта 2022 г. / Полоцкий гос. ун-т. – Полоцк, 2022. – С. 24–26.

45. Управление программным обеспечением и обеспечение отказоустойчивости IaaS-облака / Ю. И. Воротницкий [и др.] // Электроника инфо. – 2013. – № 9. – С. 21–24.

46. *Кочин В. П., Жерело А. В.* Управление программными проектами на основе облачного сервиса PaaS суперкомпьютера СКИФ // Электроника инфо. – 2013. – № 9. – С. 35–36.

47. *Кочин В. П., Жерело А. В.* Облачный сервис PaaS для управления программными проектами пользователей суперкомпьютера СКИФ-БГУ // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (CSIST 16) : материалы междунар. науч. конгресса, Минск, 24–27 окт. 2016 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: С. В. Абламейко [и др.]. – Минск, 2016. – С. 869–872.

48. *Goransson P., Black Ch., Culver T.* Software Defined Networks. A Comprehensive Approach. – 2nd ed. – Elsevier, 2017.

49. *Subramanian S., Voruganti S.* Software-Defined Networking (SDN) with OpenStack. Packt Publishing, 2016.

50. OpenStack : [сайт]. – URL: <https://www.openstack.org/> (дата обращения: 20.10.2019).

51. GNS3 : [сайт]. – URL: <https://www.gns3.com/> (дата обращения: 20.09.2019).
52. EVE NG : [сайт]. – URL: <http://www.routerreflector.com/unetlab/> (дата обращения: 20.09.2019).
53. NGINX : [сайт]. – URL: <https://nginx.org/> (дата обращения: 12.09.2019).
54. Шаньгин В. Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах. – М. : Форум, Инфра-М, 2010.
55. Польшман Н., Кразерс Т. Архитектура брандмауэров для сетей предприятия. – М. : Вильямс, 2003.
56. Прокси-сервер масштаба предприятия [Электронный ресурс]. – URL: <http://itfb.spb.ru/services/services-on-opensource/proxy-server>. – (дата обращения: 16.10.2021).
57. Шелухин О. И., Сакалема Д. Ж., Филинова А. С. Обнаружение вторжений в компьютерные сети. – М. : Горячая линия-Телеком, 2018.
58. Воротницкий Ю. И., Цзиньбао Се. Архитектуры программных систем ограничения доступа к нежелательным веб-ресурсам в образовательных сетях // Информатизация образования. – 2010. – № 4. – С. 54–63.
59. Varatnitsky Y., Jinbao Xie. Filtering system based on the cloud computing in Intranet // J. of China Science and Technology Information. – 2010. – № 10. – P. 71–73.
60. Воротницкий Ю. И., Цзиньбао Се. Средства ограничения доступа из образовательных сетей к нежелательным веб-ресурсам // Электроника-инфо. – 2011. – № 1. – С. 65–67.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В XXI в.	6
1.1. Вызовы современности и трансформация образования	6
1.2. Информатизация и образовательные технологии.....	10
1.3. Современные технологии обучения.....	12
1.4. Информационные технологии и цифровые платформы.....	16
1.5. Практика цифровой трансформации образовательного процесса	19
Выводы.....	24
2. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	26
2.1. Научно-образовательные сети: инфраструктура, ресурсы, сервисы	26
2.2. Сеть UNIBEL.....	28
2.3. Академическая сеть BASNET	30
2.4. Научно-информационная компьютерная сеть	31
2.5. Корпоративная научно-образовательная сеть Белорусского государственного университета	32
2.6. Информационные ресурсы и сервисы в образовательных сетях..	34
2.6.1. Автоматизированные информационные системы	34
2.6.2. Образовательные ресурсы.....	36
2.6.3. Сервисы и технологии доступа к информационным ресурсам в образовательных сетях.....	37
Выводы	39
3. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	41
3.1. Цели, задачи, принципы создания	41
3.2. Пользователи и основные функции республиканской информационно-образовательной среды.....	45
3.2.1. Пользователи республиканской информационно-образовательной среды.....	45
3.2.2. Функции республиканской информационно-образовательной среды.....	47

3.3. Архитектура и основные компоненты	52
3.5. Базовые информационные ресурсы и сервисы	58
3.5.1. Единая система идентификации и аутентификации пользователей	58
3.5.2. Единая система ведения справочников и классификаторов	59
3.5.3. Информационное ядро республиканской информационно-образовательной среды	60
3.5.4. Информационная система управления образованием.....	62
3.5.5. Комплексная система мониторинга образовательного процесса	62
3.5.6. Комплексные автоматизированные системы управления организаций образования	64
3.5.7. Образовательные информационные ресурсы и сервисы.....	64
3.5.8. Применение систем дистанционного обучения.....	67
3.5.9. Сервисы и ресурсы для высшего и дополнительного образования.....	68
3.6. Техническая инфраструктура	70
3.6.1. Обеспечение централизованной обработки данных	70
3.6.2. Телекоммуникационная инфраструктура.....	72
3.6.3. Беспроводные технологии в учреждениях образования	74
3.7. Интеграция компонентов	75
3.7.1. Взаимодействие регистров в рамках информационного ядра	75
3.7.2. Взаимодействие информационного ядра и информационной системы управления образованием	76
3.7.3. Взаимодействие информационного ядра и автоматизированных систем управления.....	77
3.7.4. Взаимодействие информационного ядра, комплексной системы мониторинга и образовательных онлайн-сервисов	78
3.7.5. Взаимодействие автоматизированных систем управления и образовательных онлайн-сервисов.....	79
3.7.6. Общие принципы и механизмы интеграции республиканской информационно-образовательной среды с системой государственных сервисов и услуг.....	80

3.7.7. Интерфейсы взаимодействия, используемые в республиканской информационно-образовательной среде	82
Выводы	82
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	84
4.1. Концепция создания и развития интегрированной информационной системы учреждения высшего образования.....	84
4.2. Основные принципы проектирования интегрированной системы управления университетом.....	79
4.3. Функциональная архитектура интегрированной информационной системы управления	89
4.3.1. Информационное ядро интегрированной информационной системы управления	91
4.3.2. Система электронного документооборота	91
4.3.3. Система управления персоналом	91
4.3.4. Система управления учебным процессом	94
4.3.5. Система информационных ресурсов университета.....	96
4.3.6. Система автоматизации финансовой деятельности.....	97
4.3.7. Система автоматизации планово-экономической деятельности.....	98
4.3.8. Система автоматизации деятельности университетского городка	98
4.4. Организация доступа пользователей к ресурсам интегрированной информационной системы управления университетом.....	99
4.5. Сетевая инфраструктура учреждения высшего образования	101
4.6. Реализация интегрированной информационной системы управления университетом в Белорусском государственном университете	105
4.6.1. Система «Управление штатно-организационной структурой Белорусского государственного университета»	107
4.6.2. Корпоративная система электронного документооборота Белорусского государственного университета.....	108
4.6.3. Система «Абитуриент».....	109
4.6.4. Информационная система «Студенты».....	111

4.6.5. Система образовательных порталов Белорусского государственного университета.....	113
4.6.6. Электронная библиотека Белорусского государственного университета.....	115
4.6.7. Информационная система «Управление персоналом»	116
4.6.8. Личный кабинет работника Белорусского государственного университета.....	118
4.6.9. Информационная система «Телефонный справочник Белорусского государственного университета»	120
4.6.10. Информационная система «Студгородок»	120
4.6.11. Управление финансами	121
4.6.12. Многофункциональные интеллектуальные идентификационные карты	123
4.6.13. Защищенный облачный репозиторий	124
Выводы	128
5. БЕЗОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ	129
5.1. Методология обеспечения безопасности образовательных информационно-коммуникационных систем.....	129
5.1.1. Классификация информационных систем	131
5.1.2. Обеспечение безопасности информационных систем на протяжении их жизненного цикла.....	133
5.2. Технологии безопасности корпоративных научно-образовательных сетей	136
5.2.1. Архитектура безопасности	136
5.2.2. Виртуальные сетевые инфраструктуры в обеспечении безопасности интегрированных информационных систем	136
5.3. Ограничение доступа к интернет-ресурсам из образовательных сетей	147
5.3.1. Технологии ограничения доступа.....	148
5.3.2. Метод на основе отложенного динамического формирования списков доступа.....	155
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	158
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ	159

Научное издание

Кочин Виктор Павлович
Воротницкий Юрий Иосифович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ИНТЕГРИРОВАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ**

Ответственный за выпуск *Т. С. Петроченко*
Художественный редактор *Т. Ю. Таран*
Технический редактор *В. П. Явуз*
Компьютерная верстка *В. П. Явуз*
Корректоры *Н. А. Ракуть, И. В. Сазонова*

Подписано в печать 16.12.2022. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,76. Уч.-изд. л. 10,20.
Тираж 100 экз. Заказ 532.

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/63 от 19.03.2014.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.